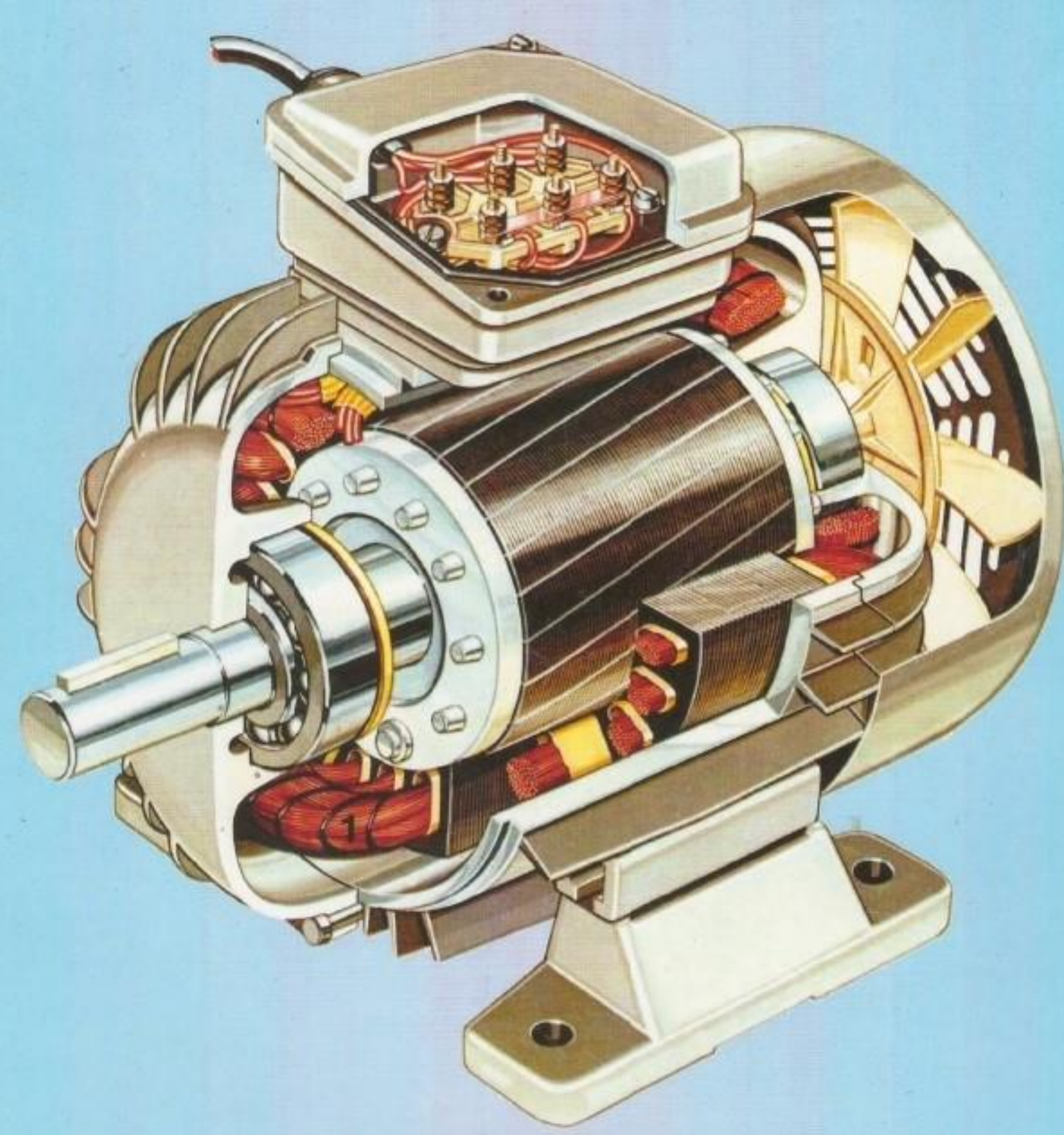
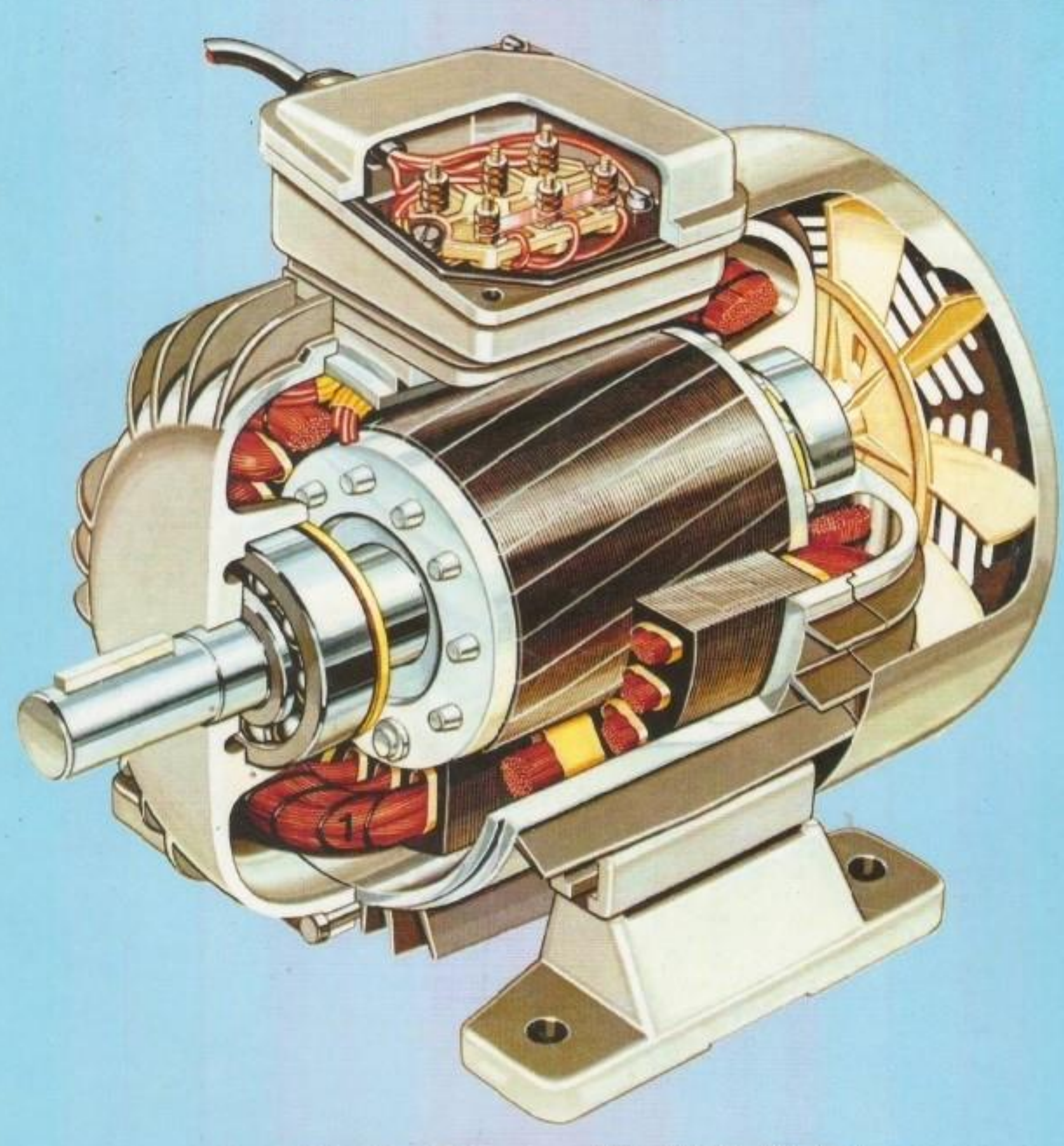
محركات
مولدات ومحولات
التيار المتردد



معهد السالزيان الإيطالى دن بوسكو ت : ٢٠٢٦٧٩٤

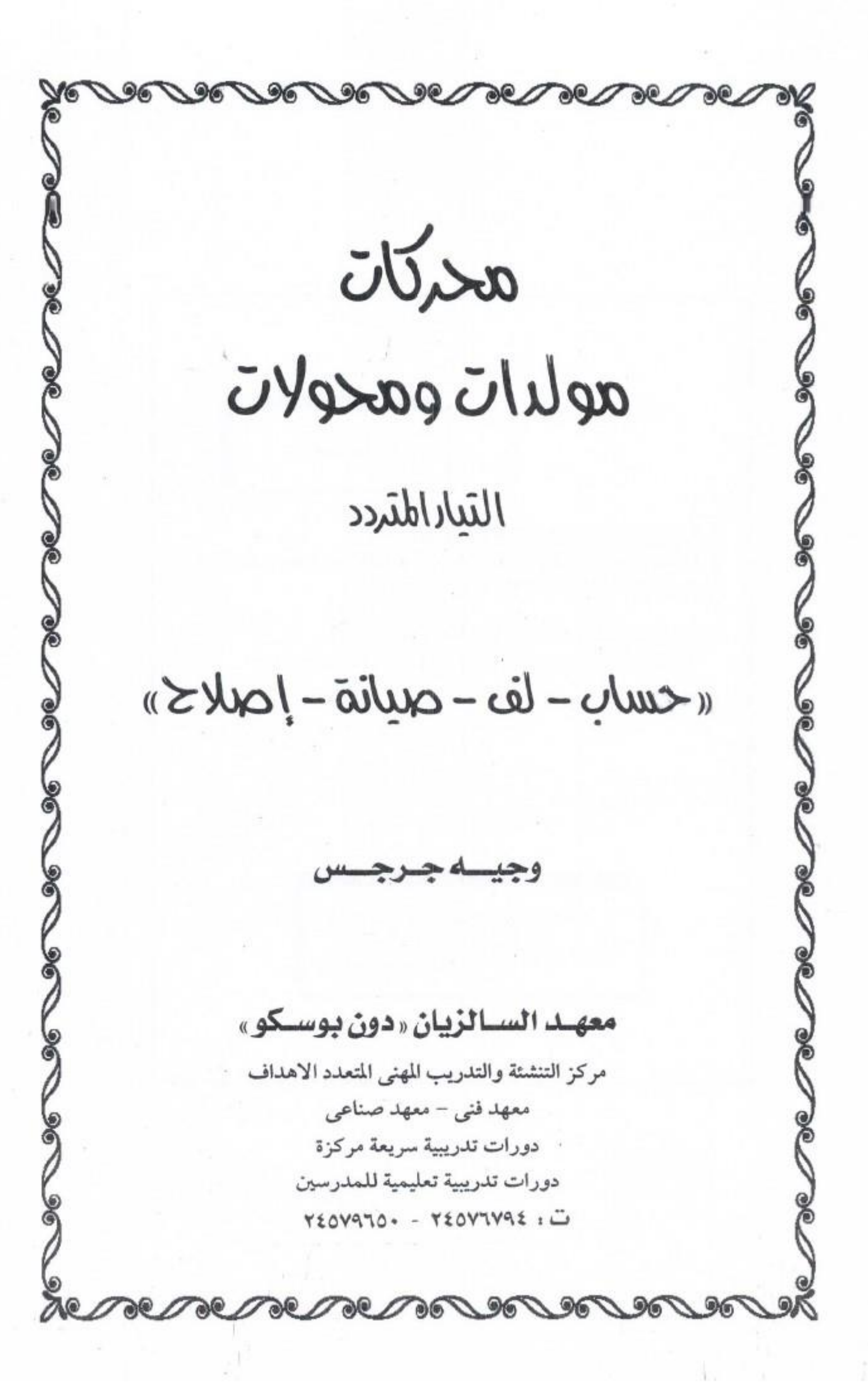
وجيه جرجس

محركات
مولدات ومحولات
التيار المتردد



معهد السالزيان الإيطالى دن بوسكو ت : ٢٠٢٦٧٩٤

وجيه جرجس



محركات
مولدات ومحولات

التيار المتردد

«حساب - لف - صيانة - إصلاح»

وجيــه جــرجـــس

معهـد السـالزيان «دون بوسـكو»

مركز التنشئة والتدريب المهنى المتعدد الاهداف

معهد فنى - معهد صناعى

دورات تدريبية سريعة مركزة

دورات تدريبية تعليمية للمدرسين

ت : ٢٤٥٧٦٧٩٤ - ٢٤٥٧٩٦٥٠

المـــــراجع

1. Dott. Prof. GIOGRIO CRISCI
   Costruzione, Schemi e calcolo degli avvolgimenti delle macchine elettriche rotanti.

2. ELETTRONICA VENETA:
   Manuale dimostrativo di laboratorio

رقم الإيداع بدار الكتب: ٧٦٥٦/١٩٩٩

الترقيم الدولى: 977-19-8864-6

شكر وعرفان

شكراً لله ولجميع الآباء السالزيان

* الأب / برونو كافزين

الذى له الفضل الأول في ظهور هذا الكتاب

* أستاذ الكهرباء القدير / سنيور چوزيي بونتو

* الآباء / مرقس وفروتشو تافيلا

* الأستاذ / البير صالح

* الأستاذ / إميل فتح الله

* الأستاذ / أحمد شعبان

كما أتقدم بخالص الشكر لكل من أثنى على الكتاب فى طبعاته السابقة . مع أملى أن يحقق إفادة أكثر بعد الإضافات التى تحتويها هذه الطبعة.

وجيه

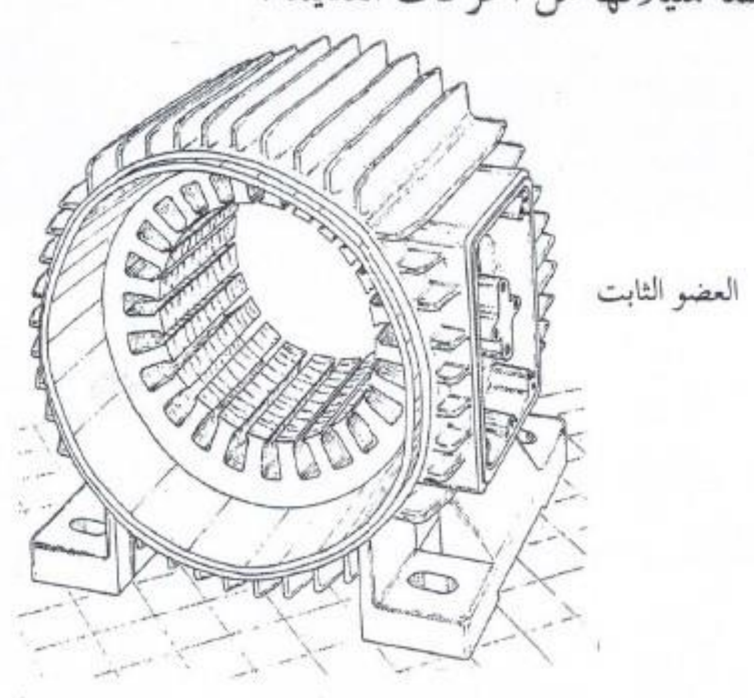
تمهيد ومعرفة عامة

مكونات محرك قفص السنجاب (SGUIRREL - CAGE MOTOR)

يتكون هذا المحرك من جزئين رئيسيين هما العضو الثابت والعضو المتحرك

★ العضـــو الثـــابت (STATOR)

وهو عبارة عن مجموعة رقائق معدنية ذات سبيكة خاصة لها قدرة عالية على التمغنط وبها عدد معين من الفتحات تسمى المجارى. وتضغط هذه الرقائق داخل الجسم الخارجى للمحرك وعادةً يكون من الحديد أو الزهر أو الألومنيوم. ويسقط داخل المجارى بعد عزلها ملفات السلك وأعلم أن قدرة المحرك معتمدة أساساً على الشرائح وليس الجسم الخارجى. فكل محرك له مساحة من الشرائح بقطر داخلى وقطر خارجى معين تبعاً لقدرة وسرعة المحرك. وقد طورت نوعية السبيكة التى تصنع منها الشرائح وأصبحت تنتج فيض مغناطيسى اكبر فى مساحة أقل ولذلك ستجد المحركات حديثة الصنع أصغر حجماً لمثيلاتها من المحركات القديمة.

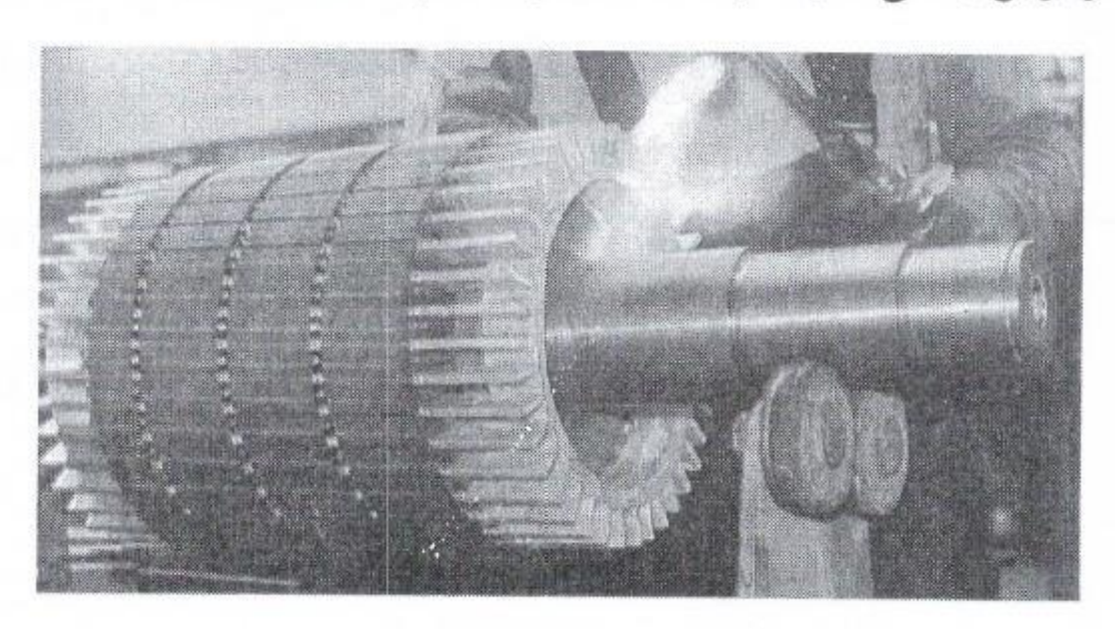


العضو الثابت

* العضـــو الـــدوار (ROTOR)

عبارة عن مجموعة من الرقائق بسبيكة أقل تكلفة من سبيكة العضو الثابت. ولها أيضاً عدد من المجارى ولكنها مفتوحة تجاه المحيط الخارجى وتصب داخل هذه المجارى بارات من الألومنيوم وفى بعض محركات خاصةً ذات القدرات العالية تكون من النحاس ويتم لحام البارات من الجهتين مع حلقتين من نفس المعدن ويجب أن يكون طول المجرى للعضو الدوار مساوياً لطول المجرى بالعضو الثابت. وقطره أقل بقليل من العضو الثابت (فكلما زاد الفراغ بين العضو الثابت والعضو الدوار أرتفعت حرارته وقلت كفائته لأن مقاومة الهواء لخطوط المجال عالية جداً).

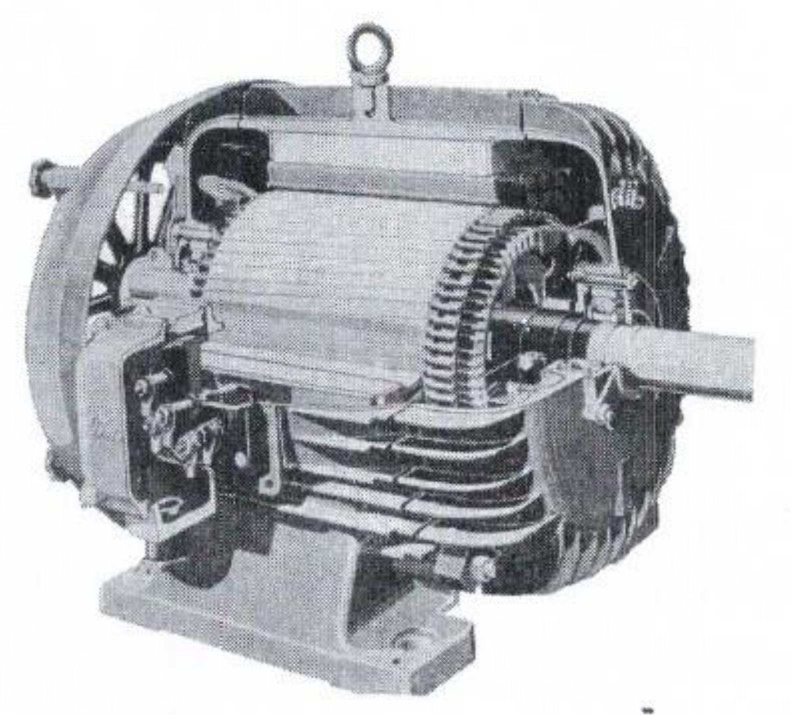
ويدور العضو الدوار داخل العضو الثابت بسهولة عن طريق رولمان البلى أو الجلب المتمركزتين بغطائى المحرك دون أن يحتك أو يتلامس كليهما بالآخر.



روتور لمحرك قدرة عالية أثناء لحام البارات مع الحلقتين

* ملحوظـــــة:

بعض محركات القدرات العالية تستهلك شدة تيار بدء عالية جداً تؤثر على لحام قضبان الروتور وإذا حدث فك فى هذه القضبان تقل قدرته ويستهلك المحرك شدة تيار أعلى وترتفع حرارة الروتور جداً ولا يستطيع الدوران بأقصى حمل.



روتور هذا المحرك يحتوى على قفصين . واحد أسفل الآخر. وذلك زيادة فى قوة تحمل الروتور لصدمة شدة التيار التأثيرى لحظة البدء.

☆ أقطاب المحرك والسرعة:

يتم تسقيط الملفات داخل المجارى بخطوة وعدد لفات وقطر سلك وتقسيم معين يختلف من محرك لآخر تبعاً لقدرته وسرعته وطريقة تقسيمه. وعند توصيل هذه الملفات بالتيار يتولد فيض مغناطيسى دوار وتصبح الشرائح ممغنطة (ولكل مغناطيس طبيعى قطب جنوبى وآخر شمالى) والمغنطة التى أكتسبتها الشرائح ليست مغنطة طبيعية ولكن كهربائية تولدت بعدد أقطاب معين تبعاً لطريقة وضع الملفات واتجاه مرور التيار بها ويتحكم عدد الأقطاب فى سرعة المجال المتولد بالقانون الآتى:

$$\text{سرعة المجال المغناطيسى فى الدقيقة} = \frac{\text{٦٠ ثانية} \times \text{ذبذبة}}{\frac{1}{2}\,\text{عدد الأقطاب}}$$

وذبذبة أو تردد التيار بمصر ٥٠ هيرتس (HZ) ثانية يختلف فى بعض بلاد أخرى ويكون مثلا ٦٠ HZ/ثانية ، وحتى يحصل على قيمة الذبذبة فى الدقيقة يضرب قيمة الذبذبة فى ٦٠ ثانية فمثلاً إذا كان محرك مقسمة ملفاته على أساس ٢ قطب ويعمل على تيار تردده ٥٠HZ . بتطبيق القانون يكون:

$$\frac{٥٠ \times ٦٠}{١} = ٣٠٠٠ \text{ لفـة / دقيـقـة}$$

وهكذا إذا كان المحرك ٤ قطب فستكون سرعته ١٥٠٠ لفة أى كلما زادت عدد الأقطاب المكونة تنخفض السرعة وهذا القانون يطبق على أى محرك قفص سنجاب ٣ فاز أو ١ فاز بأى طريقة لف.

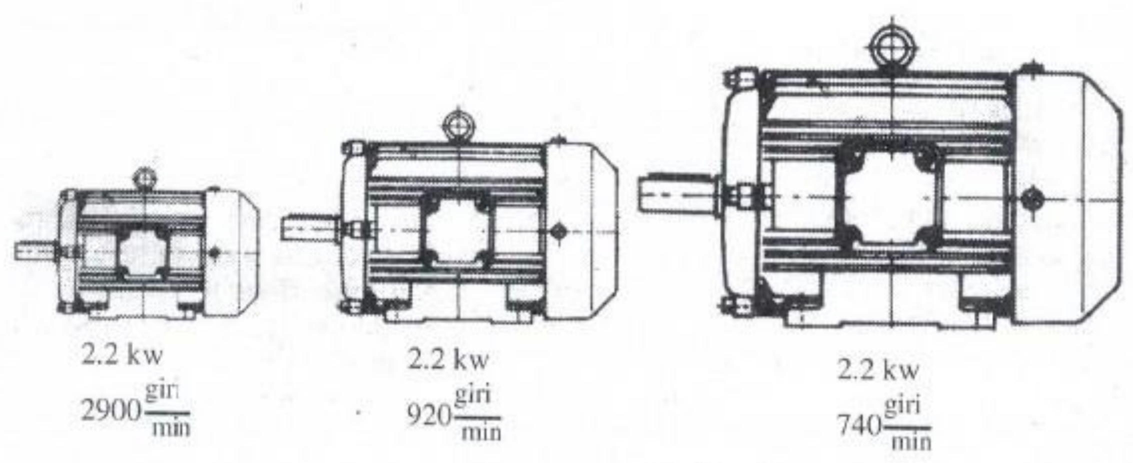
وسرعة المجال لا يعوقها شيئا فسرعته هى نفس السرعة الناتجة من القانون . وقوة هذا المجال وسرعته هى التى تؤثر فى قوة وسرعة دوران المحرك ولكن توجد عدة عوامل تعوق من سرعة العضو الدوار (مثل رولمان البلى أو الحمل) فتنخفض سرعته عن سرعة المجال بقليل حوالى ٥٪ تتغير هذه القيمة من محرك إلى آخر. فمثلاً كما تحدثنا أن أى محرك ٢ قطب سرعة المجال المتولد ستكون ٣٠٠٠ لفة / دقيقة ولكنك ستجد مكتوباً على يفطة المحرك أن سرعة العضو المتحرك ٢٩٠٠ أو ٢٨٥٠ أو رقم يختلف عنهم ولكنه قريب من القيمة ٣٠٠٠.

جـــــدول الســـــرعة

قطب	HZ	سرعة المجال	سرعة الروتور	HZ	سرعة المجال	سرعة الروتور
٢	٥٠	٣٠٠٠	٢٩٠٠	٦٠	٣٦٠٠	٣٤٠٠
٤	٥٠	١٥٠٠	١٤٢٠	٦٠	١٨٠٠	١٧٠٠
٦	٥٠	١٠٠٠	٩١٠	٦٠	١٢٠٠	١٠٥٠
٨	٥٠	٧٥٠	٦٨٠	٦٠	٩٠٠	٨٠٠
١٠	٥٠	٦٠٠	٥٢٠	٦٠	٧٢٠	٦٥٠

والمحرك المصمم على أساس ٢ قطب تختلف مساحة شرائحه عن المحرك المصمم على أساس ٤ قطب حتى إذا كان الأثنان نفس القدرة فالمحرك ٢ قطب يكون سمك الشريحة من القاعدة إلى أول المجرى أكثر سمكاً من المحرك ٤ قطب أو ٦ قطب ولذلك سنجد دائماً أن المحرك ٢ قطب القطر الداخلى للجسم الثابت صغير نسبياً لأن سمك الشرائح الذى سيمر فيه المجال المتولد كبير .

وستجد فرقاً حتى فى حجم المحرك الخارجى فالحجم الخارجى لمحرك ٢ قطب أقل من الحجم الخارجى لمحرك ٤ قطب نفس القدرة . (أنظر صـ٧٣)



2.2 kw $2900\frac{giri}{min}$ — 2.2 kw $920\frac{giri}{min}$ — 2.2 kw $740\frac{giri}{min}$

السلك المستخدم فى لف المحرك

السلك المستخدم فى إعادة لف المحرك هو سلك نحاسى معزول بطبقة من الورنيش وقيمة السلك الجيد تكون فى درجة نقاوة النحاس فكلما زادت نقاوته زادت مرونته فيتحمل شدة تيار أعلى ويزيد من سهولة اعادة اللف به. ثم درجة الحرارة التى تتحملها طبقة الورنيش فتوجد أسلاك تتحمل حتى ١٨٠° درجة ويرمز لها بـ Class H.

وتوجد أسلاك بأقطار مختلفة تبدأ من ٠,٥ ديزيم أو ١ ديزيم تتدرج فى الارتفاع ١,٥ – ٢ – ٢,٥ ديزيم وهكذا حتى ٣٥ ديزيم تقريباً (١ مليمتر = ١٠ ديزيم) ويوجد سلك بعازل مفرد (L) أى طبقة ورنيش واحدة وسلك بعازل دوبل (2L) أى معزول بطبقتان من الورنيش وهذا العازل مع أنه يتحمل درجات حرارة مرتفعة الا أنه يعزل لفة عن لفة أخرى وليس السلك عن الحديد ولذلك يوضع ورق عازل (برسبان) داخل المجارى قبل تسقيط الملفات فلا يجب أبداً لأى سلك أن يلامس جسم المحرك .

☆ **ملحوظـــــة :**

بعض محركات قليلة تلف بسلك ألومنيوم معزول بورنيش ولا يختلف شكله الخارجى عن السلك النحاسي ولكن بالطبع وزنه أخف وتحت الورنيش لونه أبيض (السلك الألومنيوم المعزول بالورنيش غير متوفر) وعند اعادة لف مثل هذه المحركات تلف بسلك نحاس بنفس عدد اللفات ولكن بمساحة مقطع أقل حوالى ١٥ ٪ لأن السلك الألومنيوم يتحمل شدة تيار أقل من النحاس.

الورنيـــــش الخارجــــى :

يوضع هذا الورنيش السائل فوق الملفات بعد الانتهاء من عملية اللف بالكامل والغرض الأساسى منه أن يجعل من الملفات جميعها كتلة واحدة فلا يمكن لاى سلك أن يجد مجالاً للحركة. كما أنه يزيد من قيمة العزل. ويوضع الورنيش بواسطة فرشاة بحيث تتشبع الملفات من الجهتين وخاصةً داخل المجارى ولا تترك طبقات من الورنيش فوق شرائح الجسم الثابت حتى لا تعوق حركة العضو الدوار. ويجب أن يترك المحرك مفتوحاً بعد وضع الورنيش مدة كافية حتى يجف تماماً. ومن الممكن وضع سخان أو مصباح كهربائى بقدرة عالية داخل المحرك فالحرارة الناتجة تجعل الورنيش يصل إلى الأسلاك جميعها. خاصةً داخل المجارى وتعطى الورنيش صلابة أكثر مع ملاحظة أن أكثر أنواع الورنيش قابلة للأشتعال وهى لا تزال سائلة.

(توجد أفران كهربائية خاصة يوضع بداخلها المحرك بعد وضع الورنيش)

الأوراق العـــازلة (برســبان) :

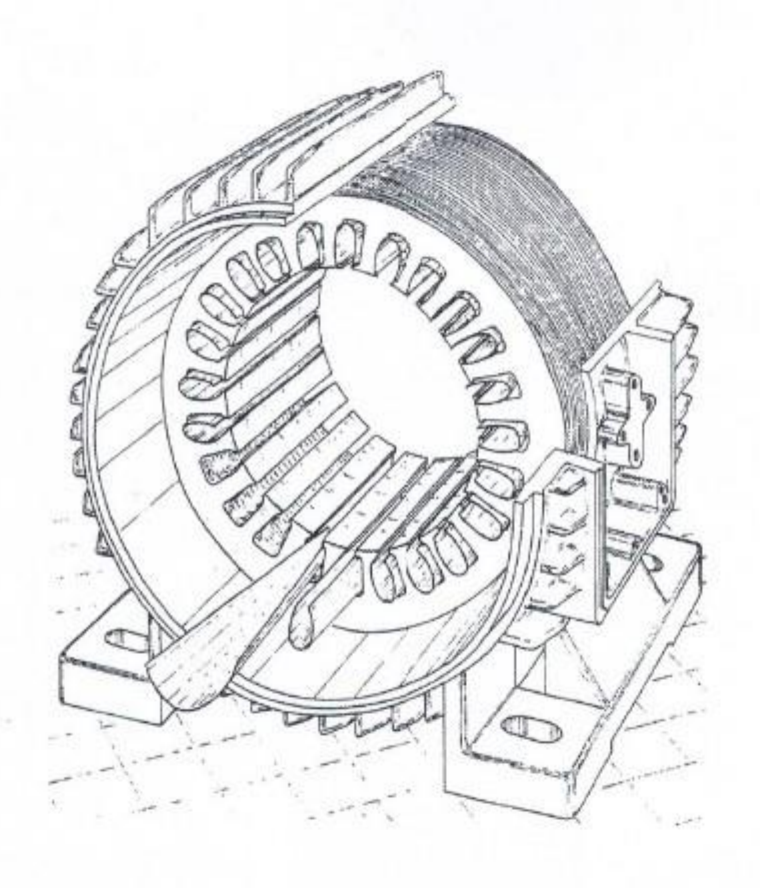
كما تحدثنا أن السلك معزول بطبقة رقيقة من الورنيش لا تكفى لعزل الملفات عن جسم المحرك لذلك يجب عزل المجارى قبل وضع الملفات ويتحدد نوع البرسبان وسمكه تبعاً لقدرة المحرك والفولت الذى سيعمل عليه وكلما زادت قيمة العزل بين الملفات وبعضها وبينها وبين الجسم كلما زادت كفأته وطال عمر تشغيله – والبرسبان أنواع كثيرة فيوجد برسبان عادى. وبرسبان مسلفن وهذا النوع الأكثر إستخداماً حيث أن درجة عزله معقولة بالنسبة لسعره.

كما يوجد ورق نيومكس وهو أعلى سعراً ولكن قيمة عزله جيدة إضافة لسهولة العمل به حيث أنه لا ينثنى بسهولة وهذا يساعد دخول البرسبان خاصة فى حالة أن تكون المجرى ممتلئة تماماً بالأسلاك .

وعند وضع البرسبان داخل المجرى يراعى أن يكون أطول منها بحوالى نصف سم من الجهتين أو أكثر فى المحركات ذات القدرات العالية. ويجوف تبعاً لتجويف المجرى حتى تسع كل الاسلاك بسهولة.

☆ ملحوظــــة:

أكثر المحركات الحديثة تكون مجاريها ضيقة بقدر الأسلاك التى ستوضع داخلها وفى هذه الحالة إذا كان عازل المجرى غير موضوع بشكل جيد. فإنه يتعثر دخول باقى الأسلاك . وهناك بعض أنواع برسبان إذا جوفت طولياً يسهل إدخالها وإذا جوفت عرضياً فإنها تتكرمش ويصعب إدخال جميع الأسلاك لذلك يجب مراعاة أختبار هذا قبل تقطيع البرسبان.



كيفية تركيب البرسبان داخل المجـــارى

الميكـــرومــتــــــر :

كل محرك يلف بقطر سلك محسوب تبعاً لشدة تياره ولذلك يقاس السلك القديم أثناء فك المحرك ويعاد لفه بنفس قطر السلك (هذا إذا كان متأكد من صحة بياناته) ولقياس السلك يستخدم الميكرومتر، ودقته حتى ٠,٠١ ملم ويتكون من أسطوانتين واحدة ثابتة والأخرى دائرة .

الأسطوانة الثابتة : بهـا تدريجات نصف ملم وواحـد ملم والأسطوانة الدائرة بها تدريجات كل تدريج يساوى ٠,٠١ ملم أى كل ٥ تدريجات تساوى ٠,٥ ديزيم.

وعند قيـاس السلك يقـرأ التـدريج الظاهر بالاسطوانة الثابتـة ويحول إلى ديزيم ثم يضـاف عليه التدريج الظاهرا بالأسطوانة الدائرة.



ميكروميتر

ملـحـوظـة :

يتم التعامل لقياس أو شراء السلك على أساس النحاس صافى بدون ورنيش . ولذلك عند قياس قطر السلك يتم أزالة طبـقـة الورنيش بأى أسلوب بالحـرق أو بالتـقـشـيـر دون أن تحـدث تآكل فى النحاس نفسه.

أو يقاس السلك بالورنيش وتحذف قيمة طبقة الورنيش وهي حوالى:

من ٠,٠١ إلى ٠,٠٤ ملم تقريباً إذا كان العازل مفرد

من ٠,٠٥ إلى ٠,٠٨ ملم تقريباً إذا كان العازل دوبل

رولمـــان البلـــى والجــلب :

كما علمنا أن الفراغ بين العضو الدوار والعضو الثابت قليل جداً ولذلك إذا حدث تآكل فى رولمان البلى أو اكس المحرك سيؤدى هذا إلى احتكاك العضو الدوار مع الجسم الثابت إضافة الى أرتفاع صوت المحرك وإذا ترك يعمل هكذا سيؤدى إلى إرتفاع فى درجة الحرارة ثم احتراق الملفات.

وبالنسبة لرولمان البلى فهو مكون من جلبتين وبينهم بلى. ويجب أن تدخل الجلبة الداخلية على اكس الروتور بنسبة شحط مناسبة وليس بسهولة. والجلبة الخارجية تدخل داخل مكانها فى غطاء المحرك بنسبة شحط إيضاً (أقل من نسبة شحط الجلبة الداخلية على الاكس).

والحركة تكون بدوران الاكس بالجلبة الداخلية معاً على البلى الموجود بين الجلبتين والمملؤة بكمية من الشحم تساعد فى الأنزلاق وتقلل من حرارة البلى وتخفض من صوته.

ورولمان البلى يوجد منه مغلق من الجهتين أى لا يظهر البلى الموجود بين الجلبتين – وفى هذه الحالة عند تركيبه لا يحتاج الى وضع شحم له ففيه الشحم أصلاً.

ونوع آخر يكون مغلق من جهة واحدة وعند تركيبه يراعى أن تكون الجهة المغلقة ناحية الملفات ويوضع له شحم بعد تركيبه.

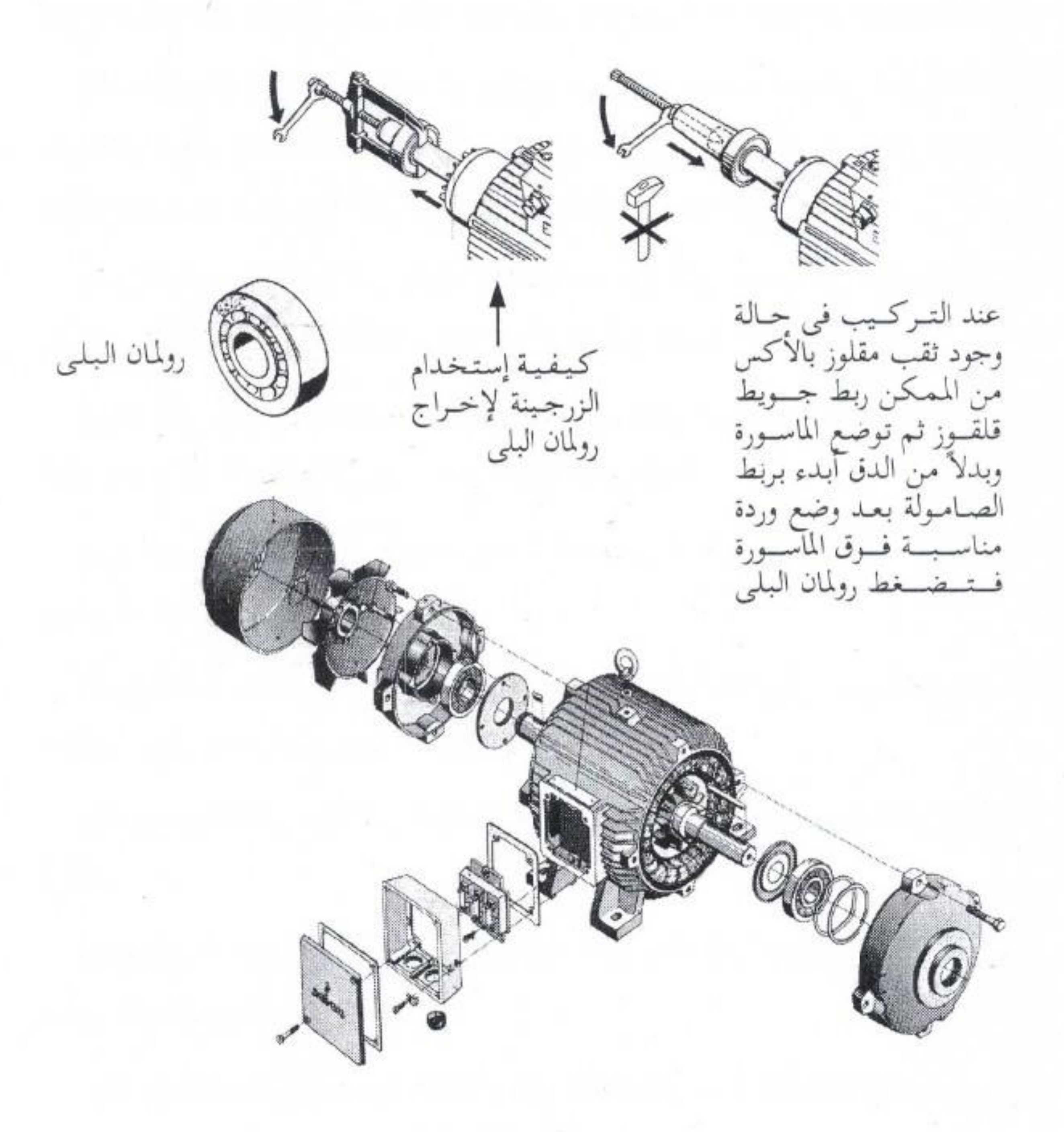
والنوع الثالث: ويكون مفتوح من الجهتين وهذا النوع أيضاً يحتاج إلى وضع الشحم له بعد التركيب ويغلق بغطاء خاص مجهز به المحرك.

ولإخراج رولمان البلى من أكس المحرك تستخدم الزرجينة وهى عبارة عن عمود قلقوز له زراعان أو أكثر.

يوضع رأس العمود على أكس المحرك والزراعان خلف رولمان البلى وعند رباط عمود الزرجينة يسحب الزراعان ورولمان البلى خارجاً.

وكل رولمان له رقم يكتب فوق غطائه أو على الجلبة الخارجية أو الداخلية وعند شراء رولمان البلى الجديد يجب أن يحمل نفس الرقم وتحدد إذا كان البلى مغلق من الجهتين أو من جهة واحدة أو مفتوح من الجهتين .

ولتركيب رولمان البلى الجديد فى حالة عدم توفر مكبس تستخدم ماسور قطرها يساوى قطر الجلبة الداخلية وبعد تنظيف مكان دخول رولمان البلى توضع كمية بسيطة من الزيت ثم يدق فوق الماسورة فتضغط الجلبة الداخلية على أكس المحرك. تأكد أن الضغط فقط فوق الجلبة الداخلية.



فكرة عمل المحرك

بعيداً عن الدخول فى نظريات صعبة فإن الفكرة البسيطة التى يقوم عليها تشغيل المحرك هى:

أن الملفات توضع داخل المجارى بتوزيع معين ونقسيم خاص يختلف من محرك إلى آخر تبعاً لعدد مجاريه وأقطابه بناء على قوانين ثابتة. وبالتالى فعند مرور تيار داخل هذه الملفات يتولد مجال مغناطيسي دوار يحمل عدد أقطاب معينة وبقوة هذا المجال وسرعته يؤثر على العضو الدوار فيبدأ فى الحركة.

والمحرك ذو القفص السنجاب والذى يعمل فقط على تيار متردد. يوجد منه يعمل بثلاث أوجه أى ٣ فاز وأيضا منه يعمل على وجه واحد أى ١ فاز. بالنسبة للمحركات التى تعمل على ١ فاز لا يمكن أن نحصل منها على قدرة عالية لأن فى مثل هذه المحركات كما سنرى يوجد مجالين فقط لبدء حركة الروتور ولذلك فأكبر قدرة محرك يعمل على ١ فاز لا تتعدى ١٠ حصان.

أما بالنسبة للمحركات التى تعمل على ٣ فاز فيمكن الحصول منها على قدرات عالية جداً (وأيضا يوجد منها قدرات صغيرة جداً) وحركة المحرك هنا تبدأ بعزم ثلاث مجالات مغناطيسية بين كل مجال وآخر زاوية كهربائية معينة (أى بعد معين بين بداية كل مجال والمجال الآخر).

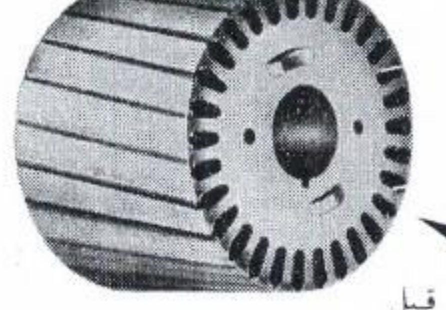
وسنبدأ أولاً بشرح طرق إعادة لف محركات الثلاث أوجه

وهى ثلاث طرق أساسية:

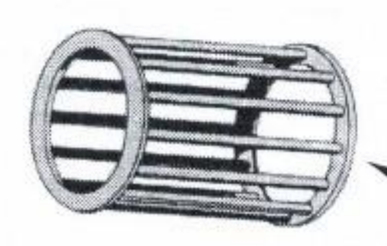
١- طريقة لف متداخل

٢- طريقة كرونا أو ذات الجناحين

٣- طريقة جانبان بالمجرى



مجموعة شرائح الروتور قبل تركيب بارات القفص داخلها



بارات قفص السنجاب منفصلة

١- طريقة اللف المتداخل

وتعتبر هذه الطريقة أكثر الطرق استخداماً وخاصةً فى المحركات التى تعمل على قدرة أقل من ٢٥ حصان فستجد أكثر من ٩٥ ٪ منها ملفوف بهذه الطريقة.

قانون التقسيم:

عدد المجارى ÷ ٣ فاز = عدد مجارى ١ فاز
عدد مجارى ١ فاز ÷ عدد الاقطاب = عدد المجارى لكل قطب

الغرض من هذا القانون هو كيفية توزيع الملفات داخل المحرك وبالتالى تحديد خطوات الملفات وهو قانون عام يتم تطبيقه عند تقسيم المحرك بأى طريقة من الطرق الثلاث الخاصة بلف المحرك ٣ فاز.

توضيح القانون:

عدد المجارى: هو مجموع عدد الفتحات الموجودة داخل شرائح الجسم الثابت

٣ فاز : هو مصدر التيار الذى سيعمل عليه المحرك وتقسم الملفات والمجارى بالتساوى بين الثلاث فازات. فأى اختلاف بين ما يحتويه فاز عن الفاز الآخر يعنى خطأ باللف.

عدد الأقطاب : هو عدد الاقطاب التى يتكون منها المجال المغناطيسى تبعاً لتقسيم الملفات واتجاه مرور التيار بها وكما تعلم أن الاقطاب هى التى تتحكم فى سرعة المحرك (أنظر صـ ٧)

عدد المجارى لكل قطب : بعد إيجاد عدد مجارى ١ فاز تقسم على عدد الاقطاب والناتج هو كيف ستتجزأ هذه المجارى وتوزع بين باقى المجارى.

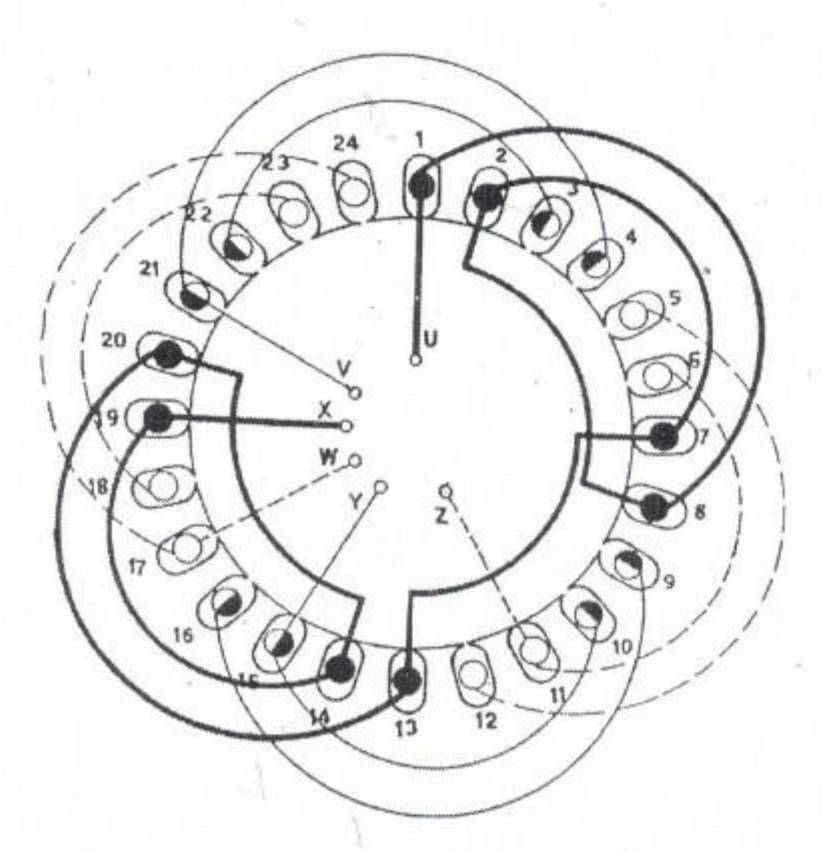
وسنعطى الآن مثالاً لكيفية تقسيم محرك ٣ فاز ٢٤ مجرى / ٤ قطب

بتطبيق قانون التقسيم

٢٤ مجرى ÷ ٣ فاز = ٨ مجارى لكل فاز

٨ مجرى ÷ ٤ قطب = ٢ مجرى لكل قطب

دائرة محرك ٢٤ مجرى / ٤ قطب
ملفات متداخلة

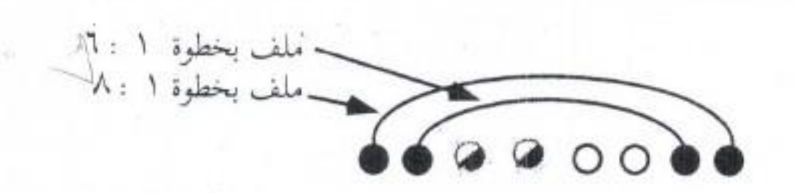


ومن هذه الدائرة نجد الآتى:

- أنه استخدم ٣ ألوان ○ ◒ ●

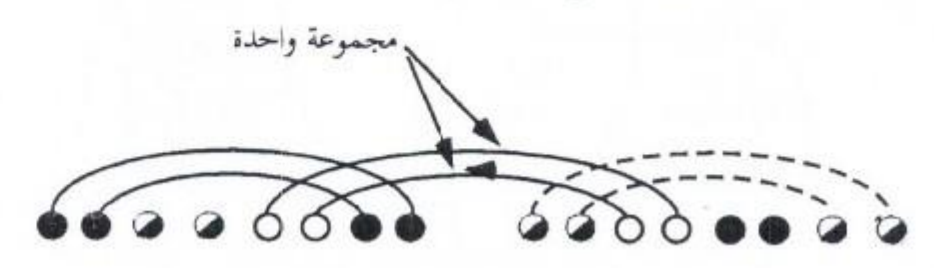
كل لون يرمز الى مجارى فاز واحد.

- وضع ناتج عدد المجارى لكل قطب وهو ٢ مجرى بنفس اللون ثم ٢ مجرى بلون آخر أى مجارى قطب من الفاز الثانى ثم ٢ مجرى بلون آخر وهى مجارى قطب الفاز الثالث وكرر هذه العملية بالترتيب حتى أكمل ٢٤ مجرى.
- وضع ملف بين أقرب مجرتين من نفس اللون ثم ملف آخر بين النقطتين الأخريين



وبالطبـع المجـارى داخل المحرك غير ملونة ولذلك سنقول أن خطوة الملف الأصغر ١ : ٦ أى أننا سنضع جانب الملف فى أى مجرى والجانب الآخر يسقط فى المجرى السادسة. وخطوة الملف الأكبر ١ : ٨ فوضع جانب الملف فى المجرى المجاورة للملف الأصغر والجانب الأخر فى المجرى الثانية وهى المجاورة للملف الأصغر من الجهة الأخرى.

- وضع كل مجموعة معاكس للمجموعة المجاورة. أى أنك إذا نظرت للملفات كلها ستجد ملفين عكس ملفين وكذلك إذا كانت المجموعة مكونة من ثلاث ملفات بالنظر ستجد ثلاث ملفات عكس ثلاث وهكذا.



- كل فاز يحتوى على ٤ ملفات موزعين على مجموعتين كل مجموعة بها ملفين.
- ملفات كل فاز متصلة معاً بقوانين معينة وخارج منها ٦ أطراف بداية ونهاية لكل فاز ويرمز لهذه الأطراف بحروف متعارف عليها.

	نهاية	بداية
الفاز الأول	X	u
الفاز الثانى	Y	V
الفاز الثالث	Z	W

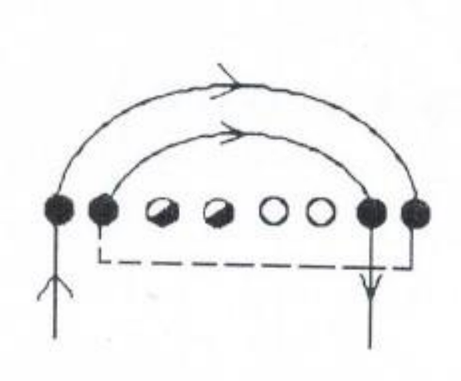
أو

نهاية	بداية
u_2	u_1
V_2	V_1
W_2	W_1

قـــوانين التوصـــيل

قانـــون توصـــيل المجمـــوعة:

> **أى عـدد من الملفـات داخل نفس المجـمـوعـة يكون التـوصـيل بينهـم على التـوالى (نهـاية مع بداية) والتـيـــار يمر فى اتجـــاه واحـــد ويكونوا مجموعة واحدة**

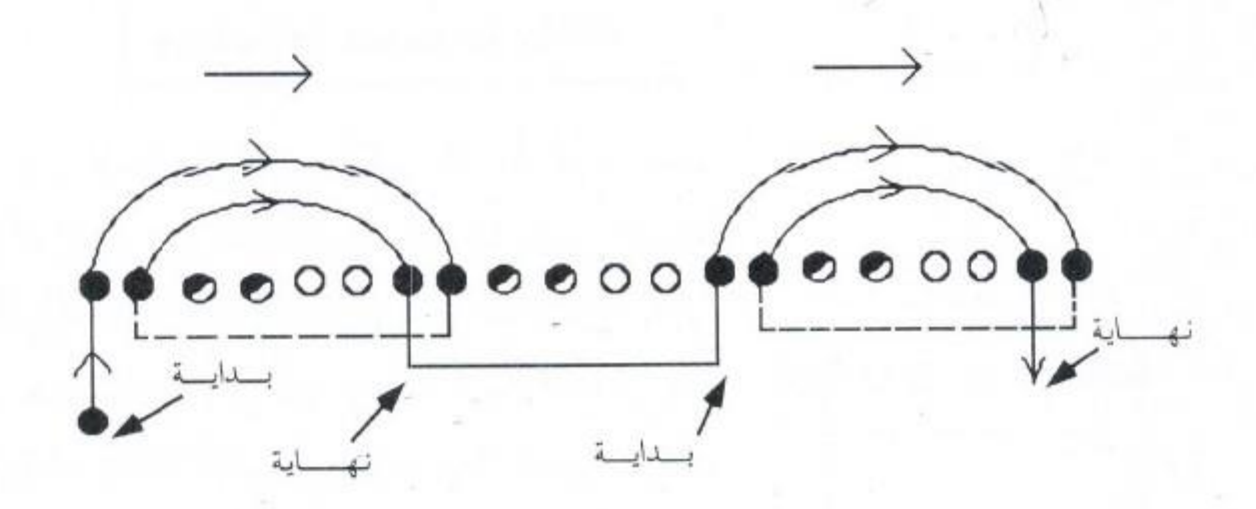


ومن الممكن البدء من أكبر ملف أو أصغر ملف أيا أن كان عدد الملفات يتصلوا معاً بنفس الطريقة ويكونوا مجموعة واحدة. ويطبق هذا القانون على أى مجموعة داخل أى محرك ٣ فاز ملفوف بأى طريقة. وعادةً تلف المجموعة بما تحتوية من أى عددملفات بنفس السلك بدون لحام. ويراعى إتجاه التسقيط بحيث يمر التيار فى ملفات المجموعة كلها نفس الاتجاه.

- وكل فاز يحتوى على أكثر من مجموعة وتتصل جميع مجموعات الفاز الواحد معاً أيضاً بقوانين وبالنسبة لوضع مجموعات الفاز تكون فى وضع غير متجاور أى بين مجموعة ومجموعة أخرى لنفس الفاز توجد مجموعات الفازتين الأخريتين.

أو تكون فى وضع متجاور أى بين مجموعات الفاز الواحد لايوجد مجموعات فازات أخرى . وكل وضع له توصيل معين.

إذا كانت المجموعات غير متجاورة. يكون التوصيل بينهم (نهاية مع بداية) والتيار يسير فى إتجاه واحد. وعدد الأقطاب يساوى ضعف عدد المجموعات



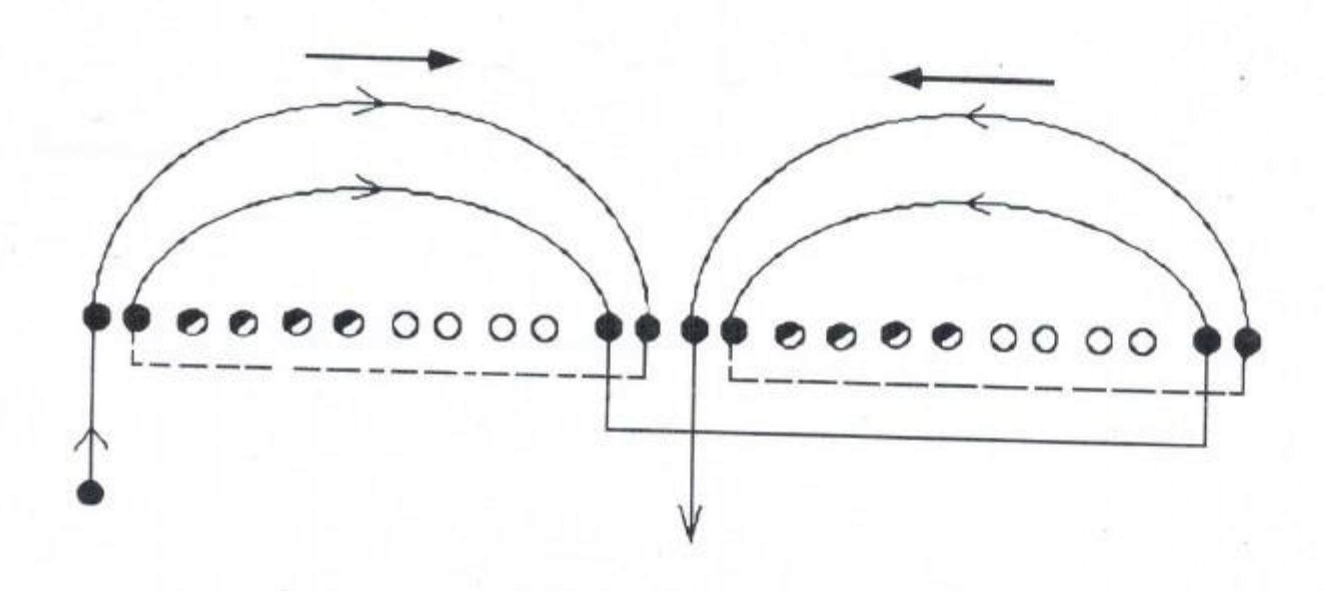
هذا مثال لمجموعتين فى وضع غير متجاور

التوصيل: نهاية المجموعة الأولى مع بداية المجموعة الثانية

إتجاه التيار : التيار يسير فى اتجاه واحد داخل المجموعتين

عدد الأقطاب : يساوى ضعف عدد المجموعات أى ٤ قطب

إذا كانت المجموعات متجاورة التوصيل يكون نهاية مع نهاية. والتيار يسير فى إتجاه معاكس وعدد الأقطاب يساوى عدد المجموعات



هذا مثال لمجموعتين فى وضع متجاور

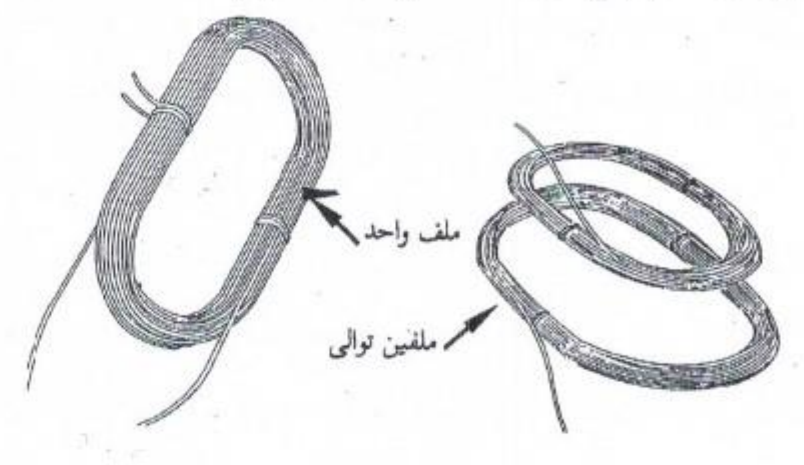
التوصـــــيل : نهاية المجموعة الأولى مع نهاية المجموعة الثانية

اتجاه التيـــار : التيار يسير داخل المجموعتين فى اتجاه معاكس

عدد الأقطـاب : يساوى عدد المجموعات أى ٢ قطب

☆ **ملحوظة :**

من الممكن أن يتم التوصيل بطرق أخرى ولكن الذى لا يمكن تغييره هو اتجاه التيار المار فى المجموعات فإذا كانت غير متجاورة يجب أن يمر فى اتجاه واحد. وإذا كانت متجاورة يجب أن تمر فى اتجاه معاكس وذلك فى أى حالة.

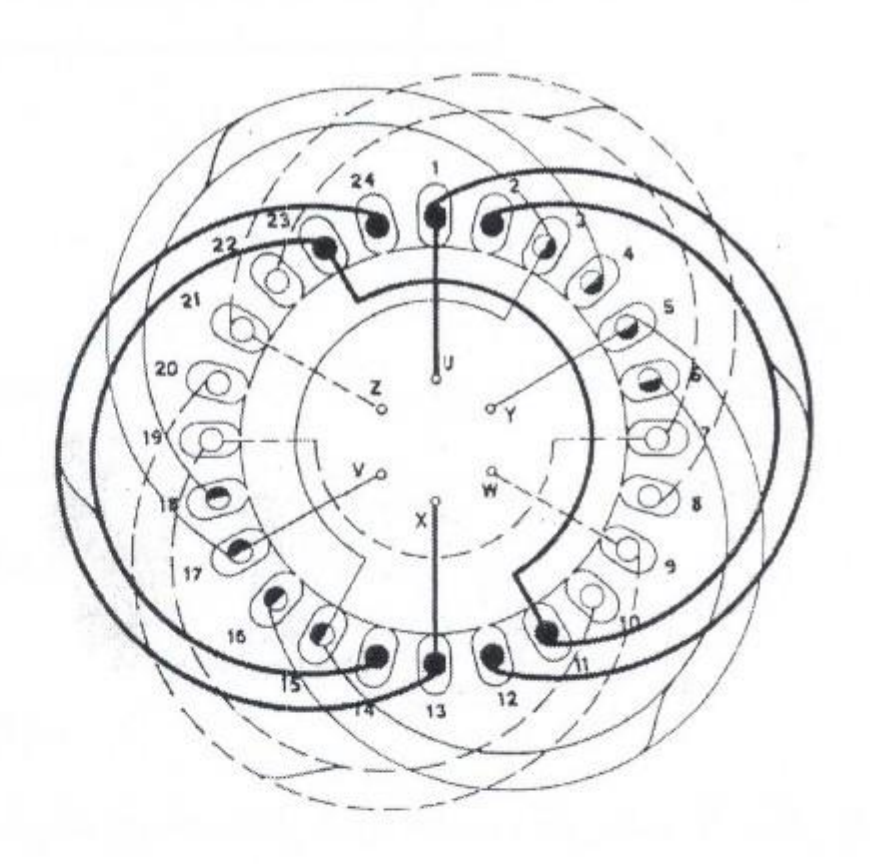


محرك ٢٤ مجرى / ٢ قطب

التقسيم :

٢٤ مجرى ÷ ٣ فاز = ٨ مجرى

٨ مجرى ÷ عدد الأقطاب = ٤ مجرى لكل قطب



نلاحظ من رسم دائرة المحرك ٢٤ مجرى/٢ قطب الآتى:

☐ عند وضع الملفات قسم مجارى القطب الى نصفين فوضع ملفين فى إتجاه وملفين عكسهما. فأصبح وضع المجموعتين متجاور وبالتالى وصل نهاية مع نهاية ومسار التيار فى إتجاه معاكس.

ومن الممكن تقسيم مجارى القطب إلى نصفين حتى فى محركات تحتوى على أكثر من ٢ قطب. ولكن ستجد أنه يفعل هذا دائما فى المحركات ٢ قطب وذلك لأنه إن لم يقسم مجارى القطب إلى نصفين فستكون ملفات الفاز بالكامل فى مجموعة

واحدة ولا يفضل هذا عملياً ولن تجد محرك ٢ قطب متداخل غير مقسم مجارى قطبه إلا فى بعض محركات طلمبات الأعماق وطول المجرى فى مثل هذه المحركات طويلاً فى حدود متر وقطر الجسم الثابت صغير جداً .

ولذلك ستجد فى أى محرك ٢ قطب أن خطوة مجموعته تقسمه نصفين ووضع ملفاته يكون مميز عن باقى المحركات التى تحتوى على ٤ أقطاب أو أكثر . وينفرد أيضاً أن أطراف البدايات موزعة بالتساوى على محيط الجسم الثابت أى بين كل بداية وأخرى نفس عدد المجارى أى زاوية ١٢٠° وكذلك بالطبع أطراف النهايات وكما علمنا أن ملفات كل فاز منفصل عن الفاز الآخر ولكنهم متساوين جميعاً فى العدد والخطوة وأيضاً فى التوصيل ولكن بداية الفاز الثانى وبداية الفاز الثالث يجب أن يبدءوا من مجرى معينة فإذا كان توصيل كلا من الفازتين صحيحاً ولكن من بداية خاطئة فالمحرك كله خطأ ويجب أن تعلم أن مهما كانت الخامات المستخدمة قيمة جودتها عالية وخدمة المحرك مرتفعة فحدث أى خطأ فى التوصيل أو خطأ فى تحديد البدايات .

فسيسحب المحرك شدة تيار أعلى من الطبيعى ولن يصل إلى سرعته الطبيعية وبالتالى سيحترق .

قانـــون البدايـــات :

☆ بداية الفاز الأول U يبدأ من أى طرف

☆ بداية الفـاز الثـانى V يبـدأ من المجمـوعة الثالثة المارة فى نفس اتجاه بداية الفاز الأول

☆ بداية الفـاز الثـالث W يبـدأ من المجمـوعة الخامسة المارة فى نفس اتجاه بداية الفاز الأول

❑ هذا القانون عام يمكن تطبيقه على أى محرك ٣ فاز بأى طريقة من الثلاث طرق ويمكن العد من الجهة اليمنى لبداية الفاز الأول أو من الجهة اليسرى أيضاً ولكن دائماً تعد المجموعات الموضوعة فى نفس اتجاه بداية الفاز الأول فقط.

(إذا كان أى محرك أطراف بداياته من آماكن مختلفة عن القانون . تأكد بتطبيق هذا القانون ستكون النتيجة صحيحة)

☆ **ملحوظة :**

فى حالة المجموعات الغير متجاورة من الممكن أن يبدأ الفاز الثانى V من المجموعة الثانية وبداية الفاز الثالث W من المجموعة الثالثة. اكرر فقط فى حالة المجموعات الغير متجاورة. ولكن قانون البدايات العام يمكن تطبيقه فى كل حالة إذا كانت المجموعات متجاورة أو غير متجاورة. إذا كانت بطريقة لف متداخل أو بأى طريقة أخرى.

ولا يوجد أى فرق بين فاز وفاز آخر سوى البعد الذى بينهم ولذلك من الممكن فى بعض الدوائر أن نجد بداية الفاز الثانى W بدلاً من V ففى النهاية إذا حدث تبديل بين البدايات U. V. W لن يحدث خطأ وكذلك إذا حدث تبديل بين النهايات

الخطأ كل الخطأ إذا تم تبديل نهاية مكان بداية.

كيفية إيجاد عدد أقطاب محرك:

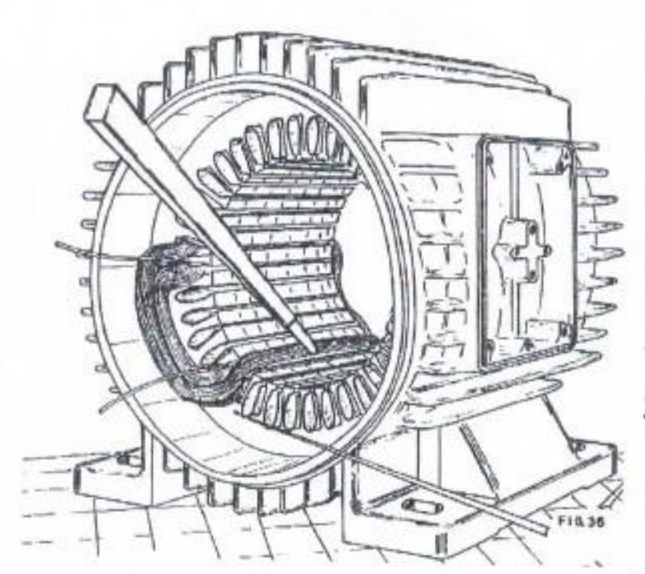
لتقسيم أى محرك يجب أن يكون معلوماً عدد المجارى وأيضاً عدد الأقطاب وعدد المجارى من الممكن معرفته بسهولة بواسطة عدها. أما عدد الأقطاب فمن الممكن معرفته بسهولة إذا كانت يفطة المحرك موجودة فمن السرعة المكتوبة عليها يمكن تحديد الأقطاب فوراً (راجع موضوع أقطاب المحرك والسرعة ص ٧)

أما فى حالة عدم وجود يفطة فحاول معرفة عدد المجموعات الموجودة فى الفاز الواحد. (أى عدد المجموعات الكلى ÷ ٣) ومن دائرة المحرك إذا كانت المجموعات متجاورة فعدد الأقطاب سيكون مساوياً لعدد المجموعات وإذا كانت غير متجاورة فعدد

الأقطاب يساوى ضعف عدد المجموعات وذلك بالنسبة لأى محرك. ودائماً إذا كان عدد مجموعات ١ فاز عدد فردى فبالطبع سيكون عدد الأقطاب ضعف عدد المجموعات مع ملاحظة أنه من الممكن وجود عدد مجموعات زوجى وفى وضع غير متجاور وبالتالى سيكون عدد الأقطاب أيضا ضعف عدد المجموعات.

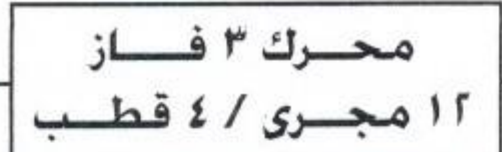
فى حالة وجود مجموعة تقسم المحرك إلى نصفين يكون المحرك دائما ٢ قطب.

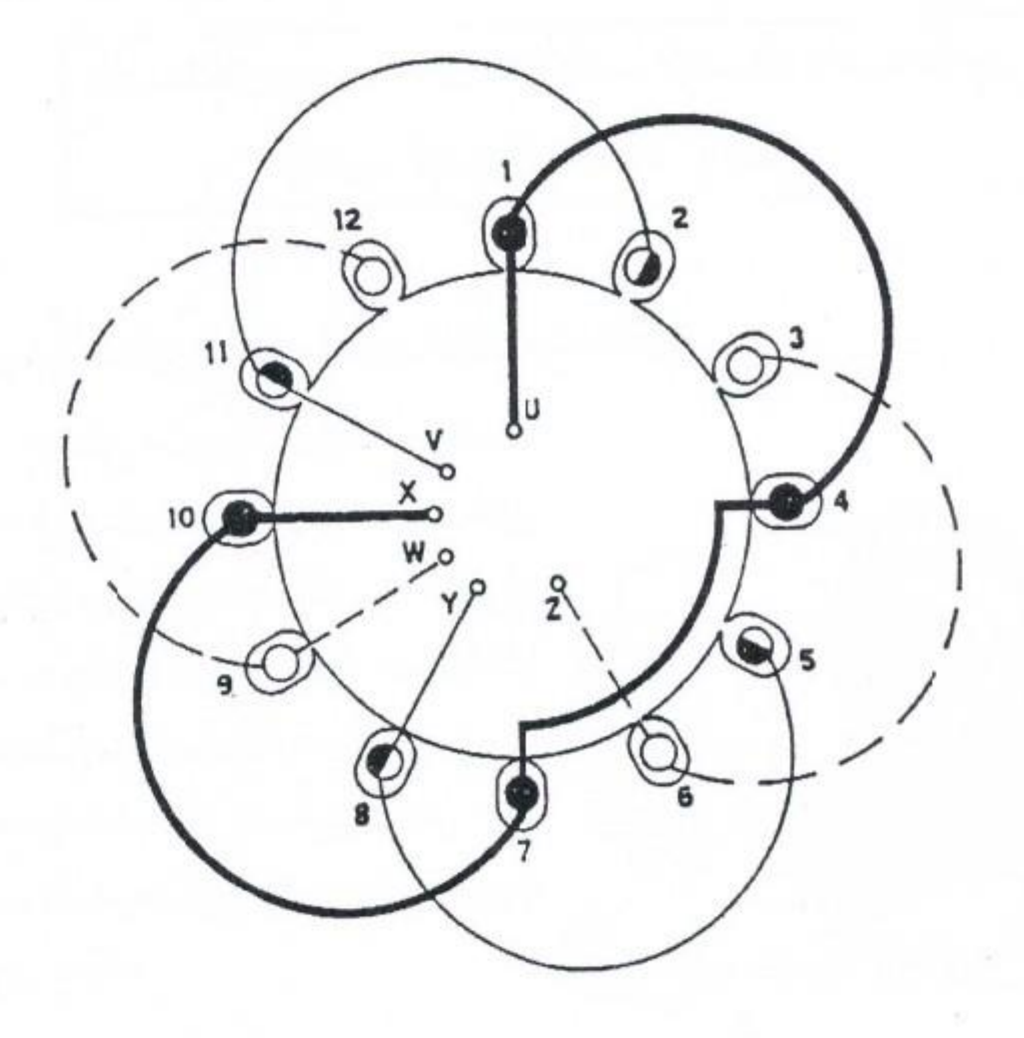
كيفية تسقيط ملفات محرك متداخل



من الممكن استخدام قطعة فبر ناعمة تساعد فى تسقيط الملف بدون جرح عازل أى سلك. ودائما يسقط الملف الأصغر ثم الأكبر.، وتتعدد طرق تسقيط المجموعات. أفضلها وضع جانب واحد من ملفات مجموعة ثم ترك مجارى بنفس عدد ملفات المجموعة وبعدها يسقط المجموعة الأخرى وهكذا.

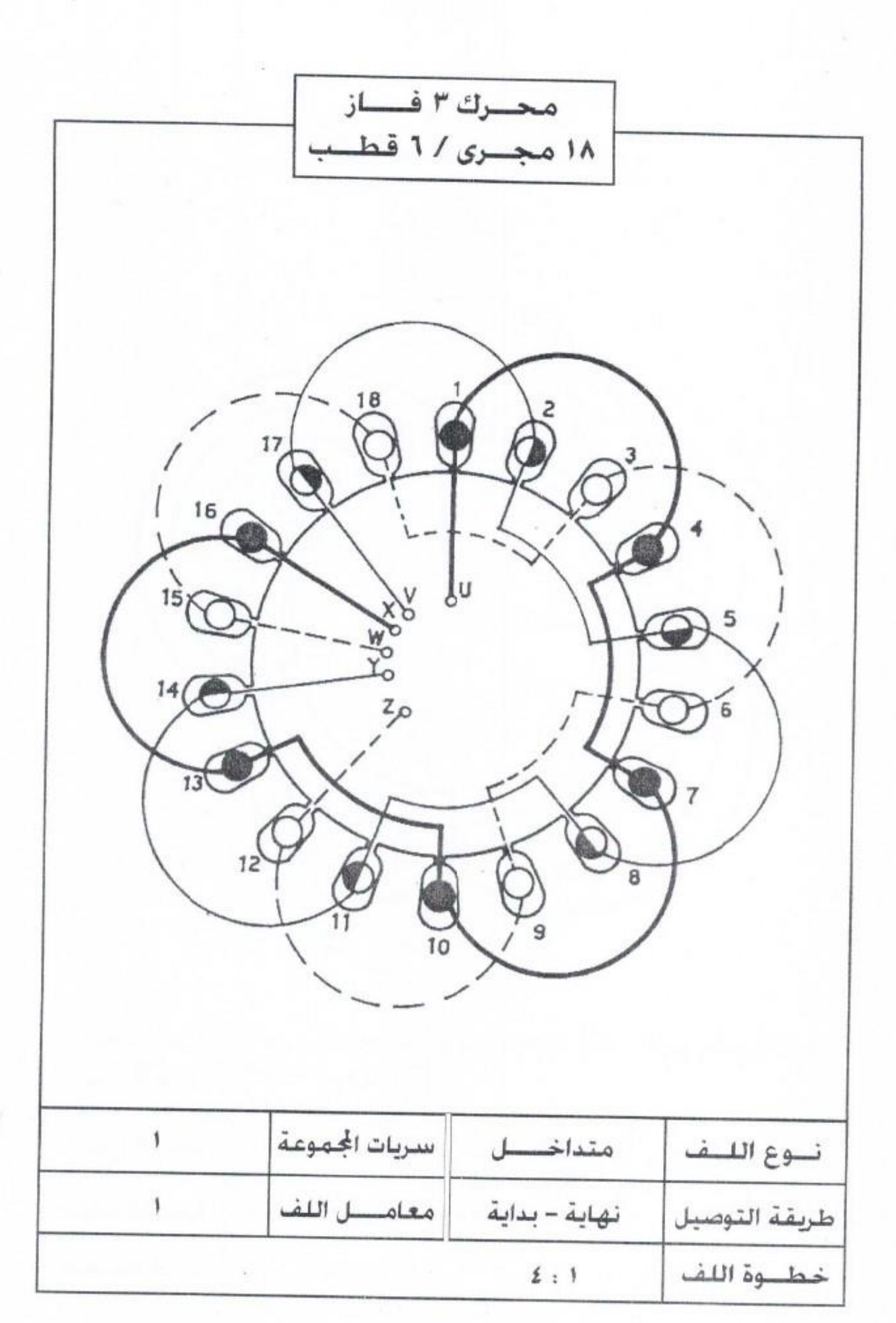
وفى حالة إذا كان عدد المجموعات الكلى يقبل القسمة على ٢ . يضع مجموعة مجاورة للمجموعة الأخرى حتى ينتهى من نصف المجموعات الكلية ، ثم يضع النصف الباقى بنفس الطريقة فوق مجموعات النصف الأول.





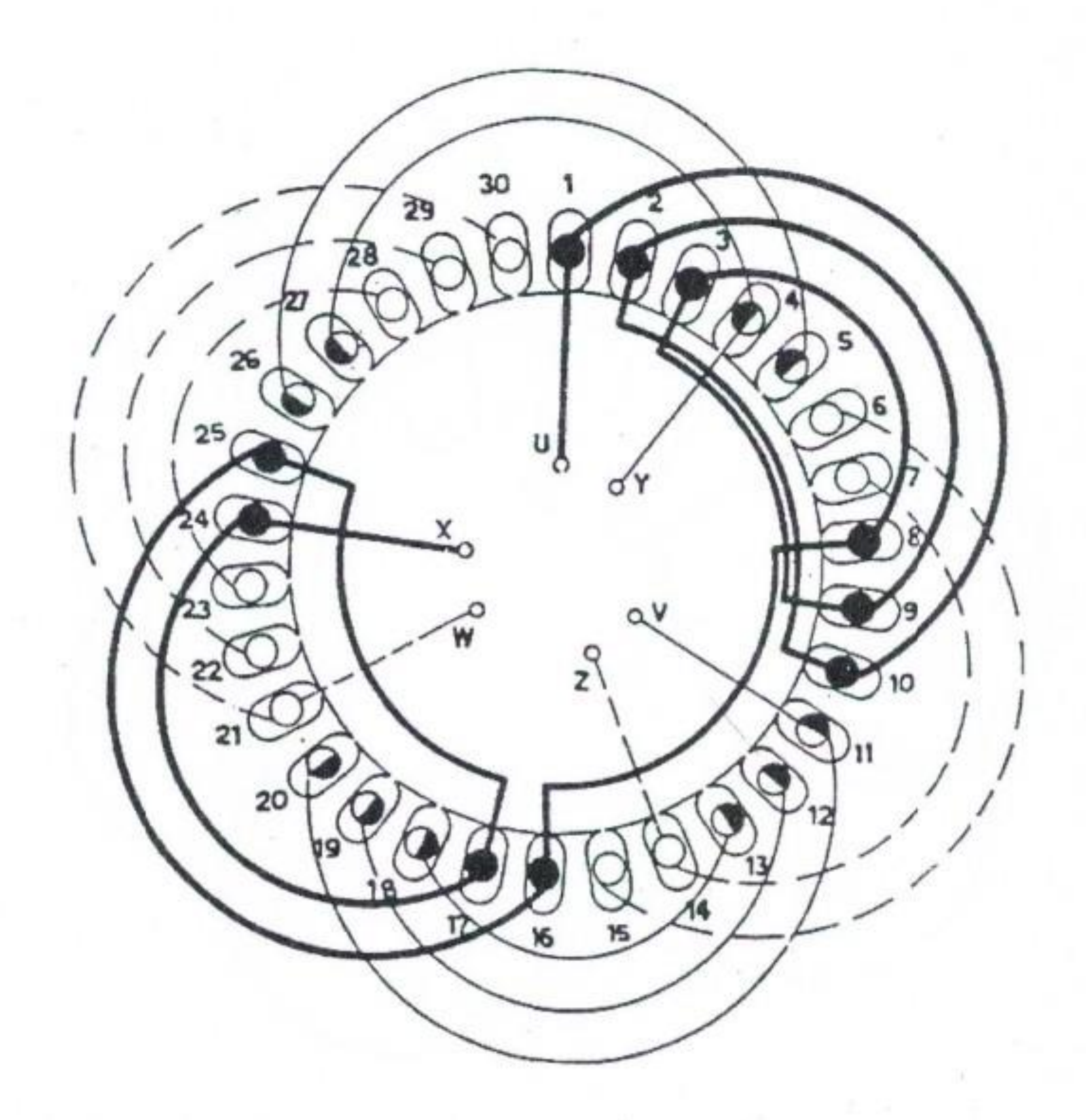
نـــوع اللـــف	متداخــــــل	سريات المجموعة	١
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــــل اللف	١
خطـــوة اللف	١ : ٤		

محرك ٣ فاز
١٨ مجرى / ٦ قطب



سريات المجموعة	١	متداخل	نوع اللف
معامل اللف	١	نهاية - بداية	طريقة التوصيل
		١ : ٤	خطوة اللف

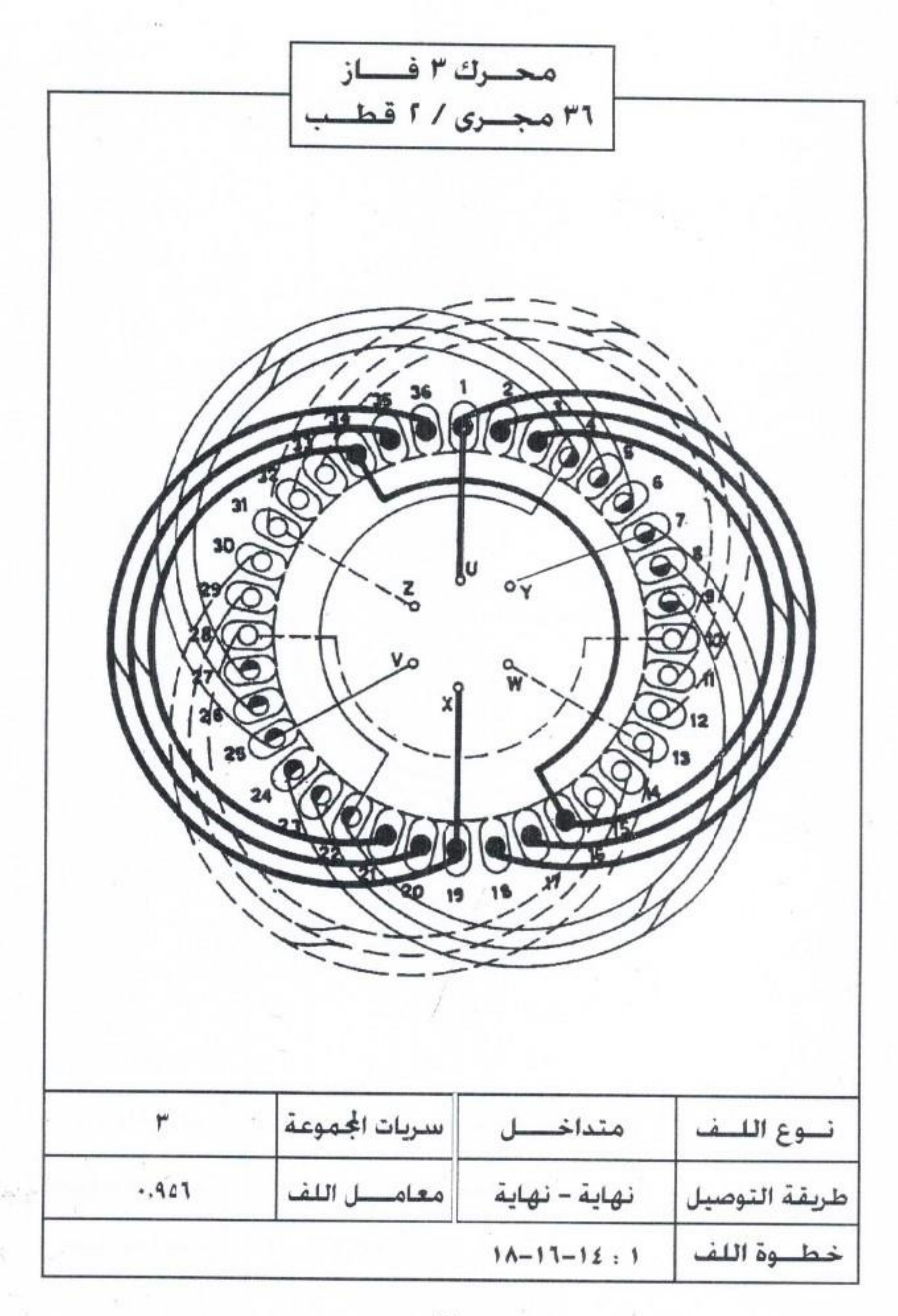
محرك ٣ فاز
٣٠ مجرى / ٤ قطب



فى دائرة هذا المحرك عدد المجارى لكل قطب = ٢,٥ لذلك فهو وضع المجارى بترتيب الألوان ٣-٣-٢-٢ وهكذا

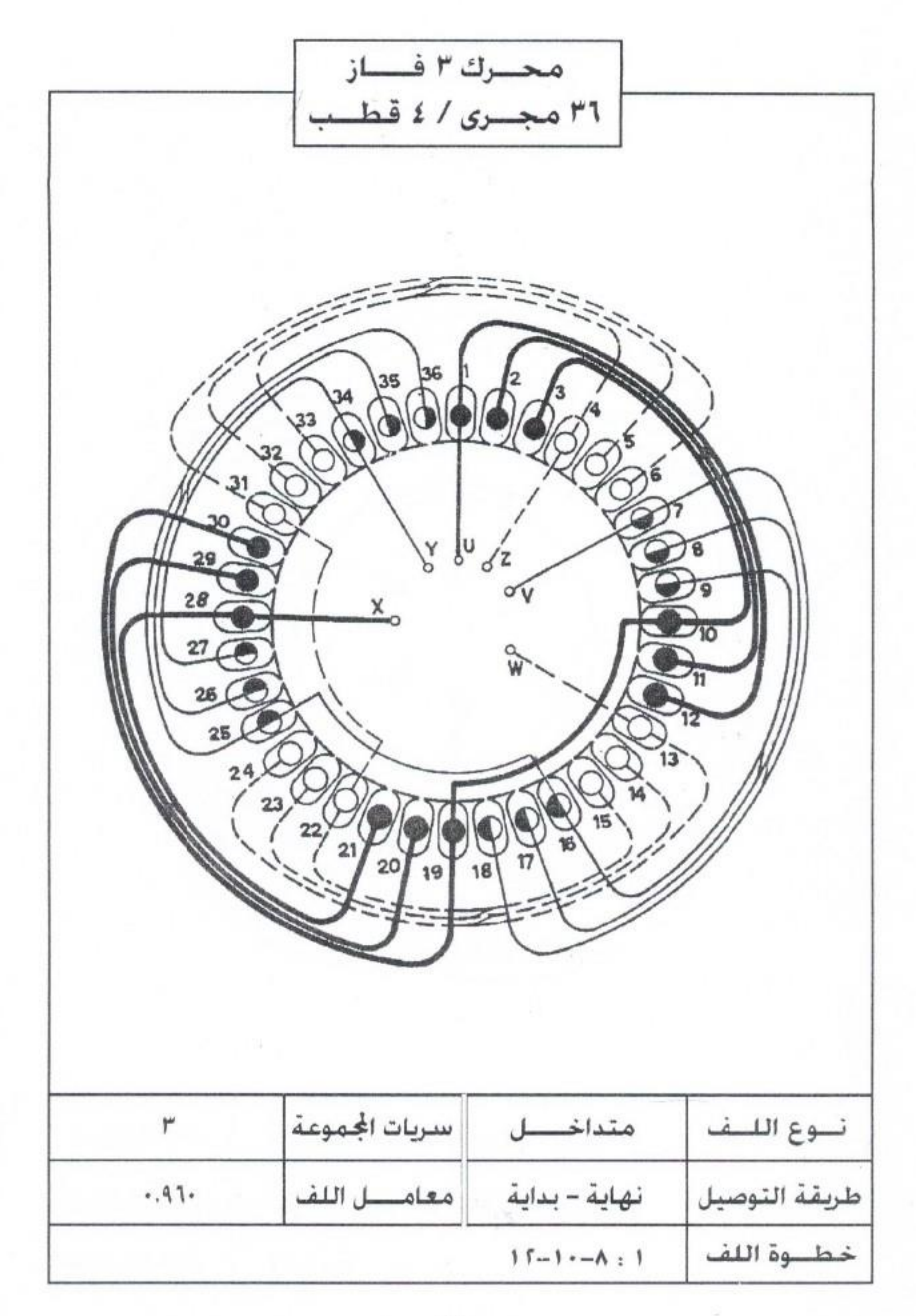
نوع اللف	متداخل	سريات المجموعة	٣ - ٢
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامل اللف	٠,٩٥٢
خطوة اللف	١ : ٦-٨-١٠		

محـــرك ٣ فـــاز
٣٦ مجــرى / ٢ قطــب



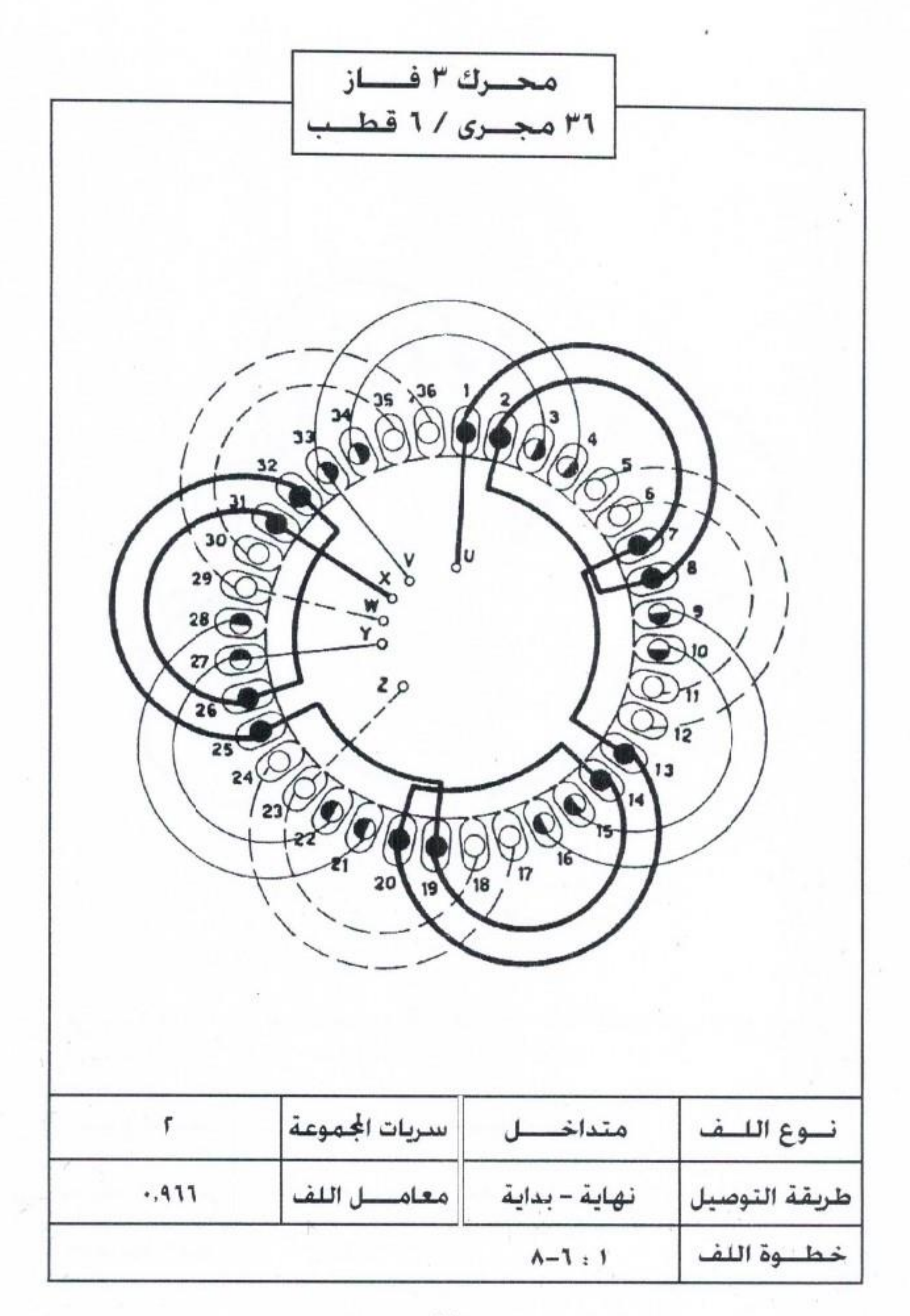
نـــوع اللـــف	متداخـــــل	سريات المجموعة	٣
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامـــل اللف	٠.٩٥٦
خطـــوة اللف	١ : ١٤-١٦-١٨		

محـــرك ٣ فـــــاز
٣٦ مجـــرى / ٤ قطـــب



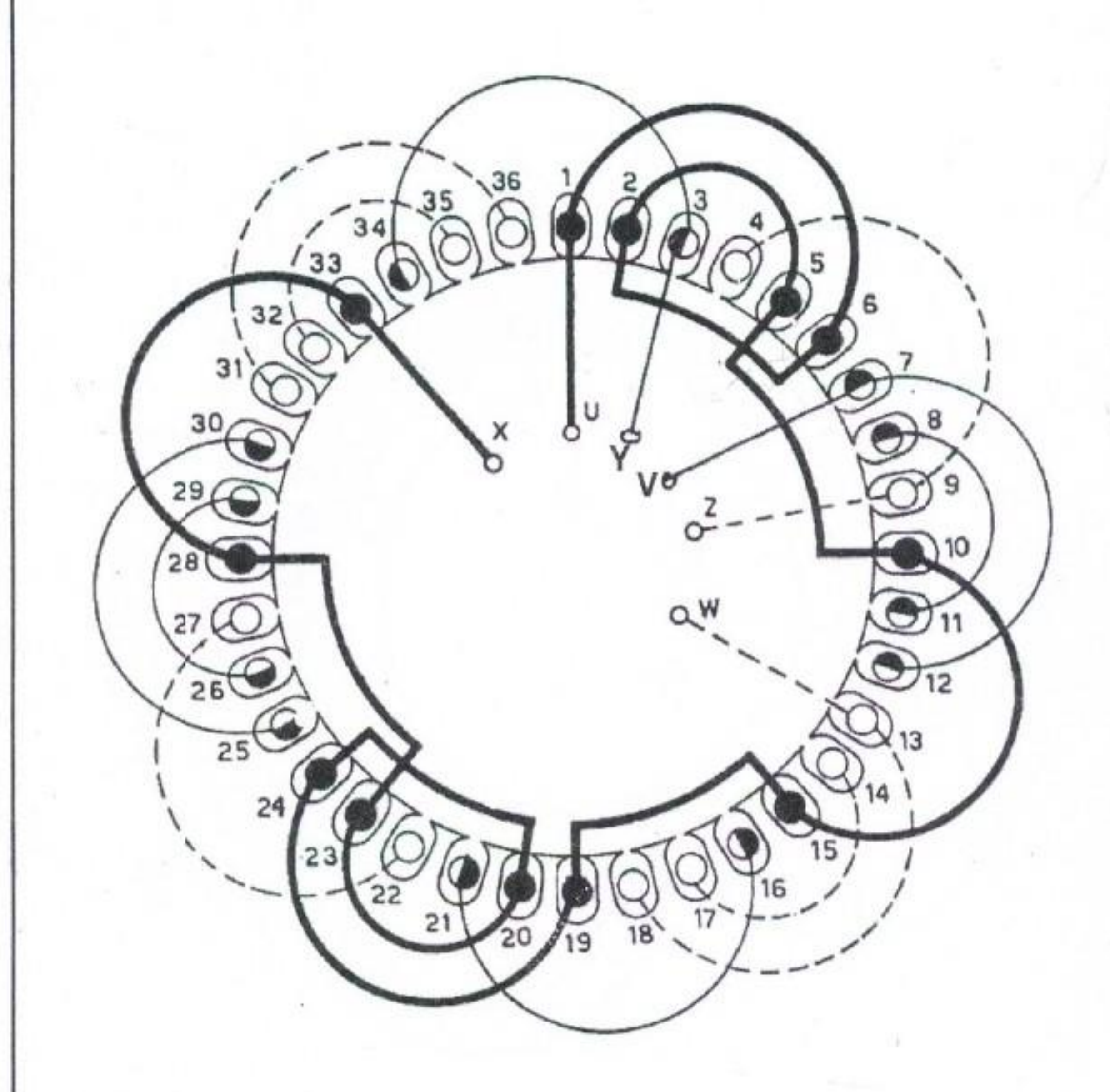
نـــوع اللـــف	متداخـــــل	سريات المجموعة	٣
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	٠.٩٦٠
خطـــوة اللف	١ : ٨-١٠-١٢		

محـــرك ٣ فـــاز
٣٦ مجـــرى / ٦ قطـــب



نـــوع اللـــف	متداخـــــل	سريات المجموعة	٢
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	٠.٩٦٦
خطـــوة اللف	١ : ٦-٨		

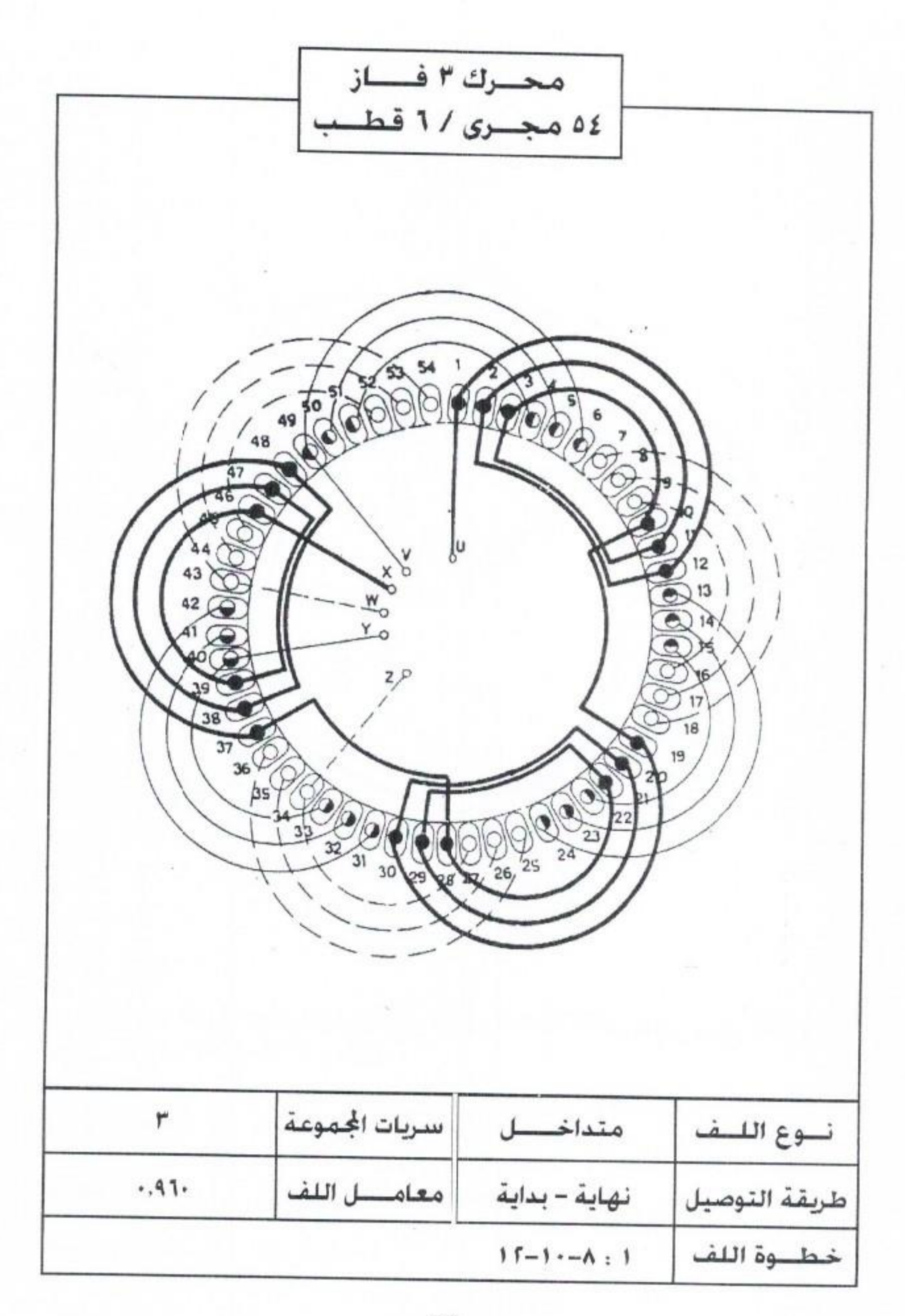
محـــرك ٣ فـــاز
٣٦ مجـــرى / ٨ قطـــب



فى دائرة هذا المحرك عدد المجارى لكل قطب = ١,٥ لذلك فهو وضع المجارى بترتيب الألوان ٢-٢-١-١ وهكذا

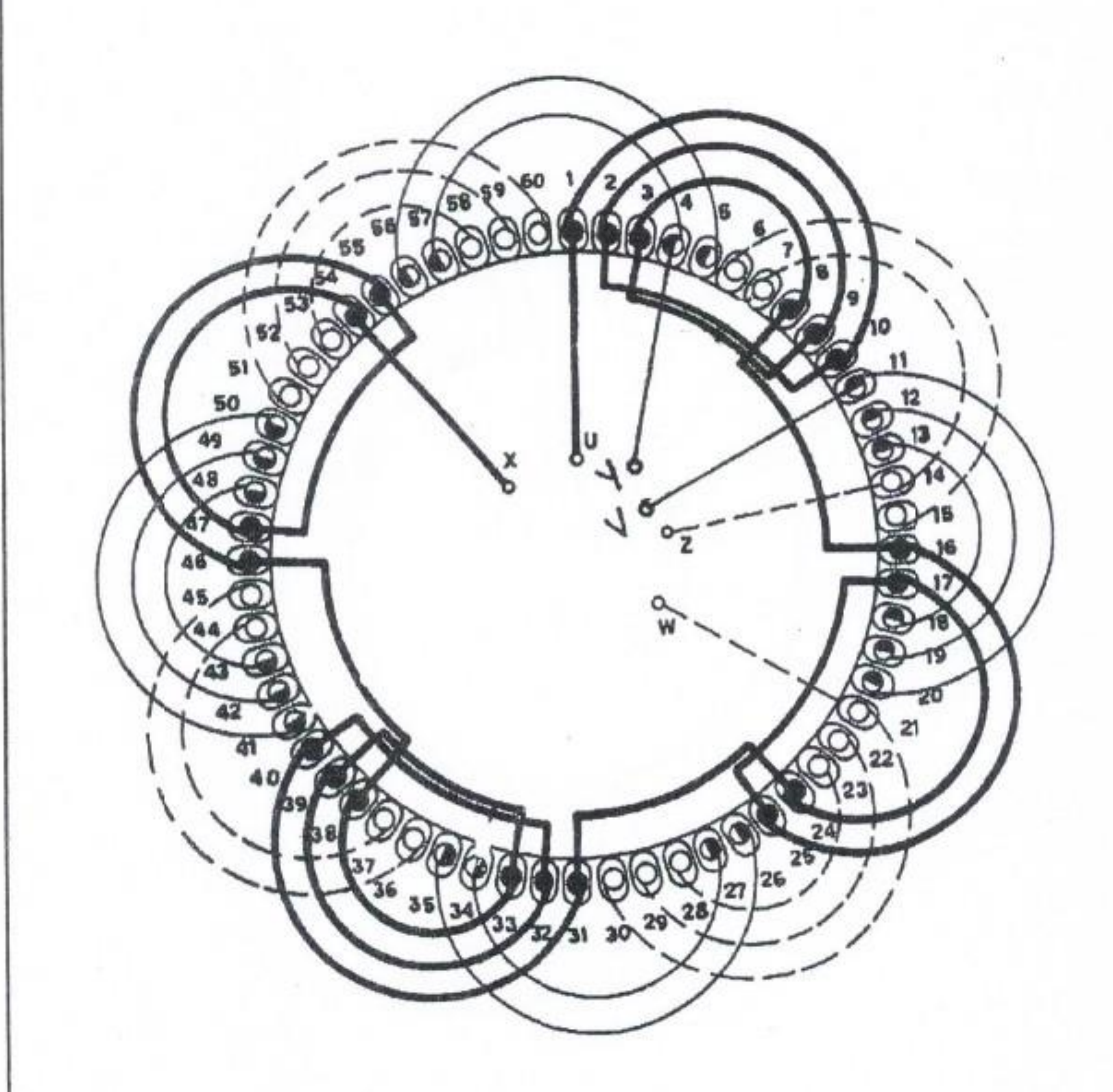
نـــوع اللـــف	متداخـــــل	سريات المجموعة	٢ - ١
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	٠,٩٤٦
خطـــوة اللف	١ : ٤-٦		

محـــرك ٣ فـــاز
٥٤ مجـــرى / ٦ قطـــب



نـــوع اللـــف	متداخـــــل	سريات المجموعة	٣
طريقة التوصيل	نهاية – بداية	معامـــل اللف	٠.٩٦٠
خطـــوة اللف	١ : ٨-١٠-١٢		

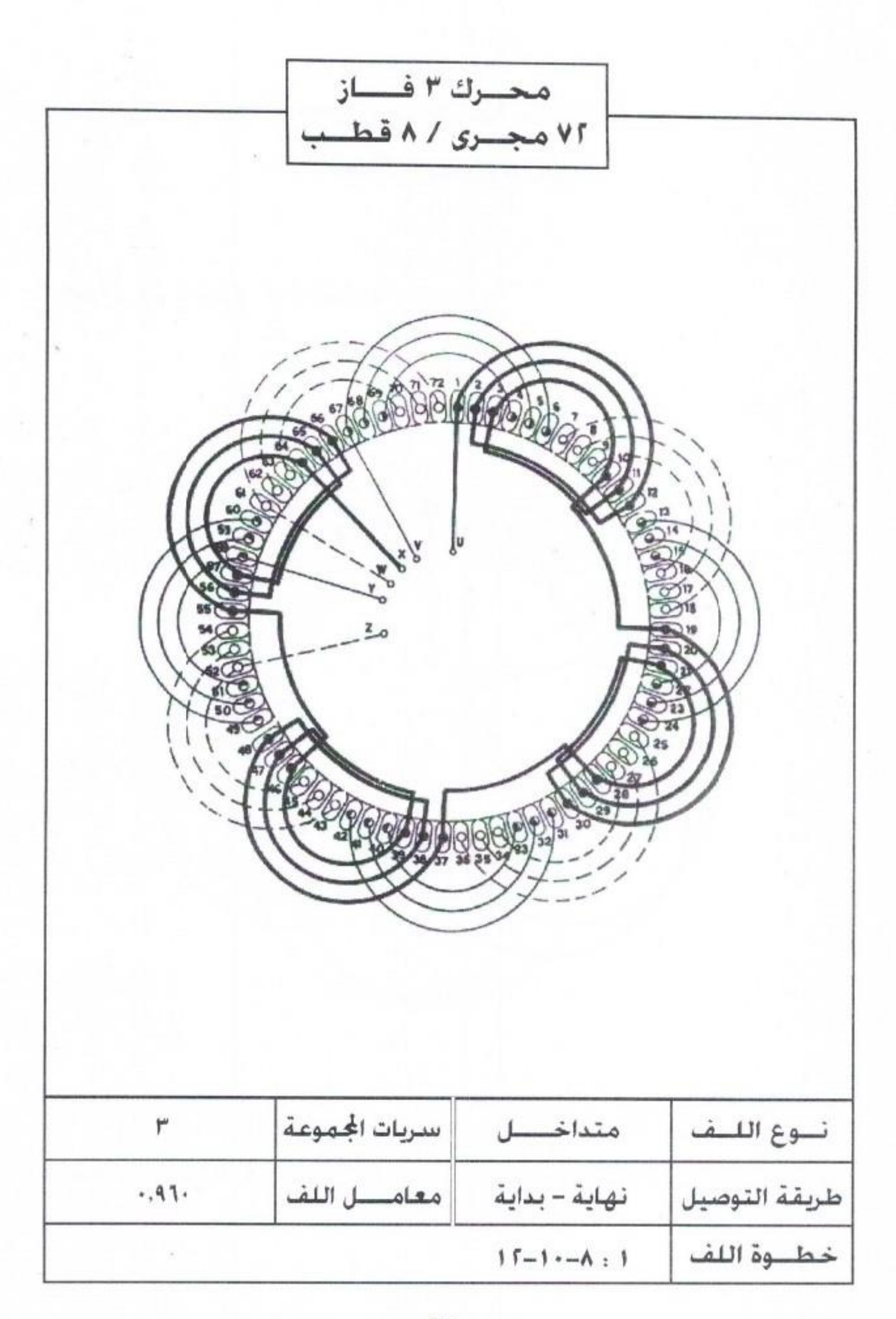
محـــرك ٣ فـــاز
٦٠ مجـــرى / ٨ قطـــب



فى دائرة هذا المحرك عدد المجارى لكل قطب = ٢,٥ لذلك فهو وضع المجارى بترتيب الألوان ٣-٣-٢-٢ وهكذا

نـــوع اللـــف	متداخـــــل	سريات المجموعة	٣ – ٢
طريقة التوصيل	نهاية – بداية	معامـــل اللف	٠,٩٥٢
خطــوة اللف	١ : ٦-٨-١٠		

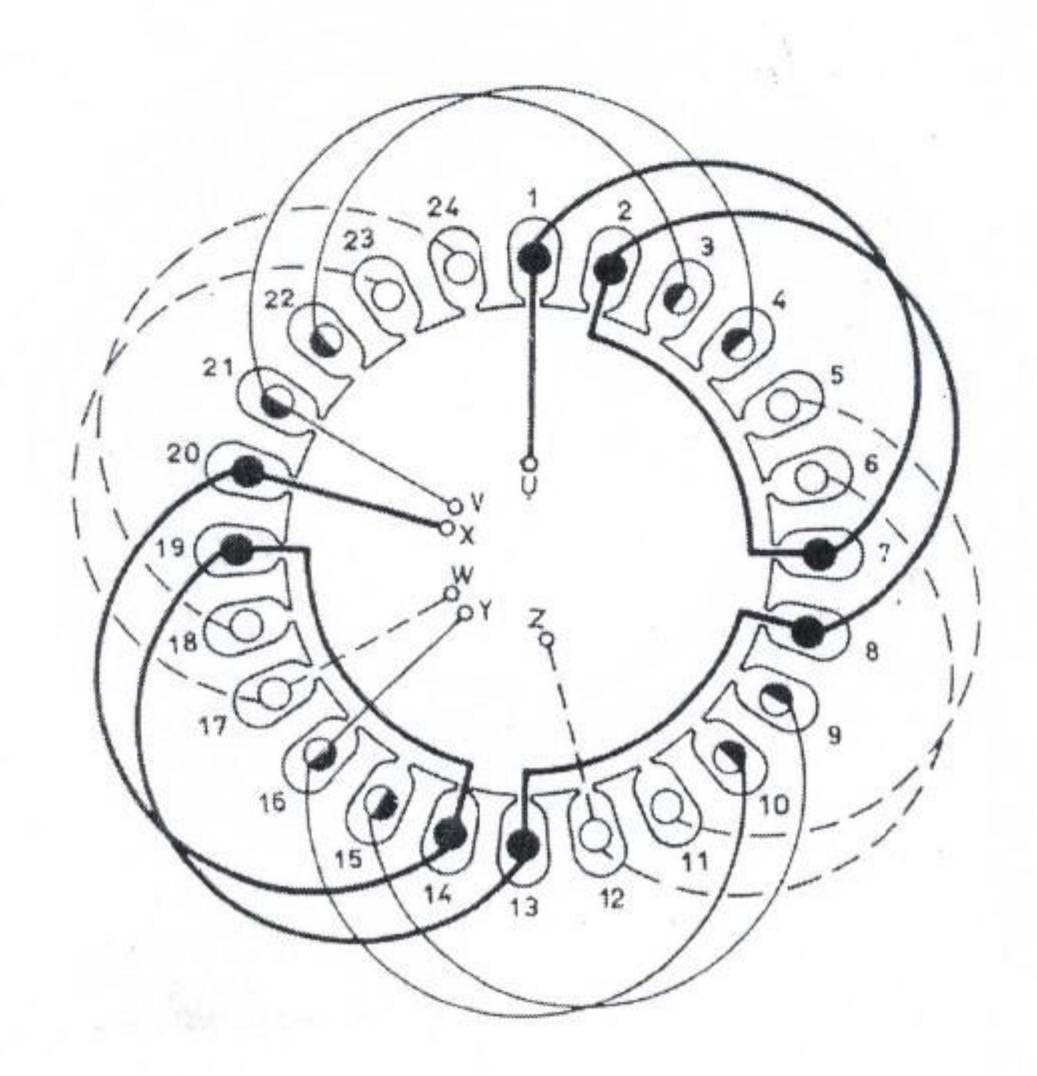
محرك ٣ فاز
٧٢ مجرى / ٨ قطب



نوع اللف	متداخل	سريات المجموعة	٣
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامل اللف	٠٫٩٦٠
خطوة اللف	١ : ٨-١٠-١٢		

محركات بطريقة متداخلة
ولكن بخطوة ثابتة

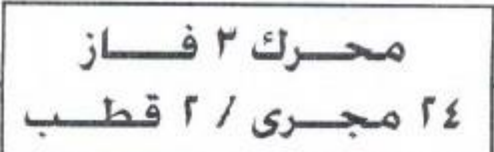
محرك ٢٤ مجرى / ٤ قطب



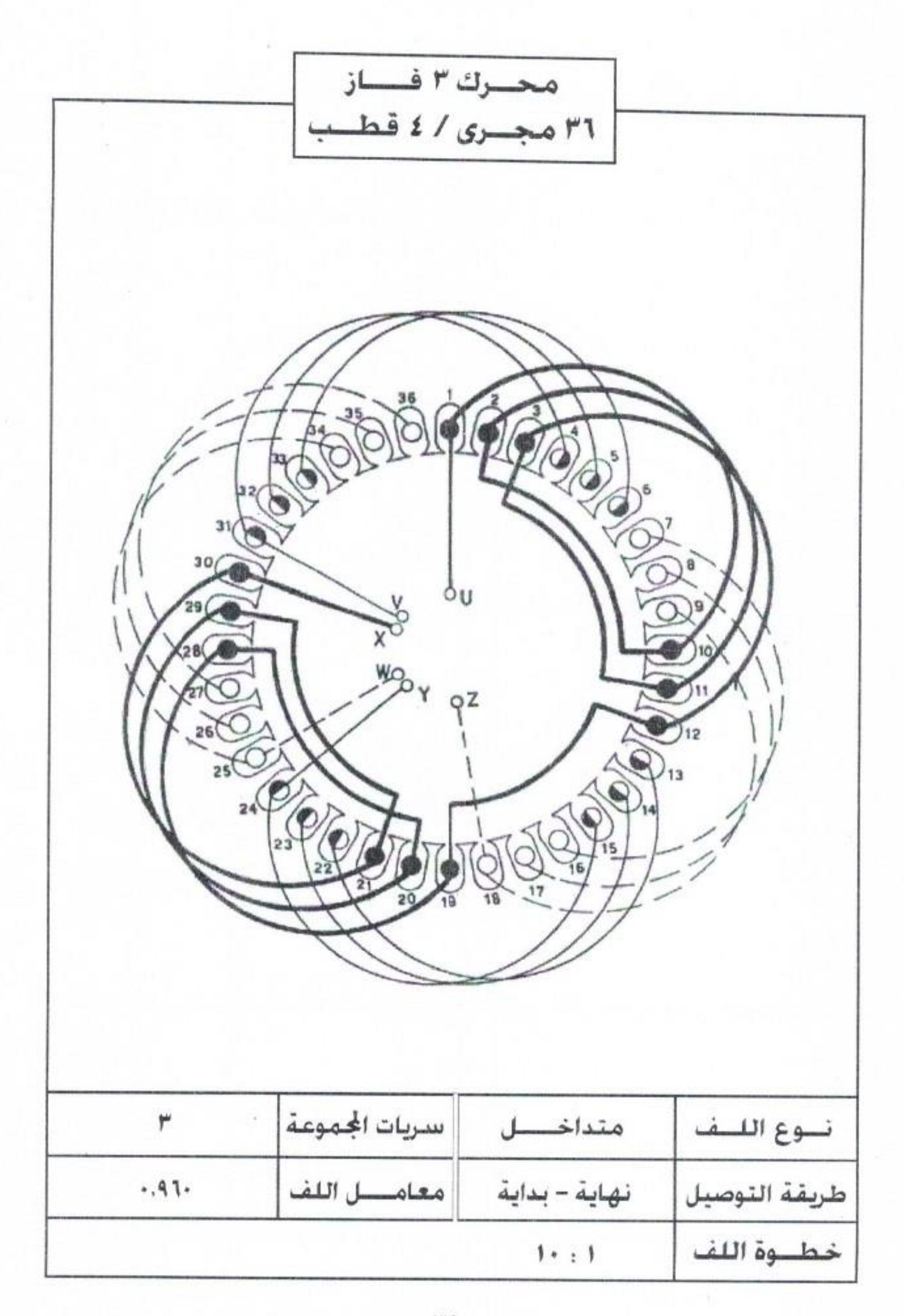
لاحظ فى هذه الدائرة أنه استخدم نفس اسلوب الدوائر السابقة باستثناء أنه بدلاً من أن يضع ملف بين أقرب نقطتين لنفس اللون ثم الابعد وهكذا. وضع آبعد نقطة مع أقرب نقطة وبالتالى أصبحت خطوة الملفات واحدة.

وهذه الطريقة لا تختلف كهربائياً عما سبق شرحه ولكن لا يفضل استخدام هذه الطريقة خاصةً فى حالة إذا كانت كمية أسلاك الملف كبيرة نسبياً لانك لو لاحظت أن ملفات المجموعة الواحدة ليس ملف وراء الآخر كما سبق ولكن هنا الملف يقطع الملف الآخر أو يكون فوقه فى نقطة معينة وبالتالى إرتفاع المجموعة نفسها سيزداد وبالتالى باقى المجموعات ولذلك سيكون هناك صعوبة عند تربيط الملفات وضغطها ليصبح ارتفاعها أقل من مستوى شرائح الجسم الثابت.

ولذلك فأى دائرة من الدوائر السابقة يمكن تحويلها الى ملفات متداخلة بخطوة ثابتة وسيدور المحرك بنفس الكفاءة ولكن تأكد من عدم إرتفاع الملفات عن مستوى شرائح الجسم الثابت.



نوع اللف	متداخل	سريات المجموعة	٢
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامل اللف	٠.٩٥٨
خطوة اللف	١ : ١١		

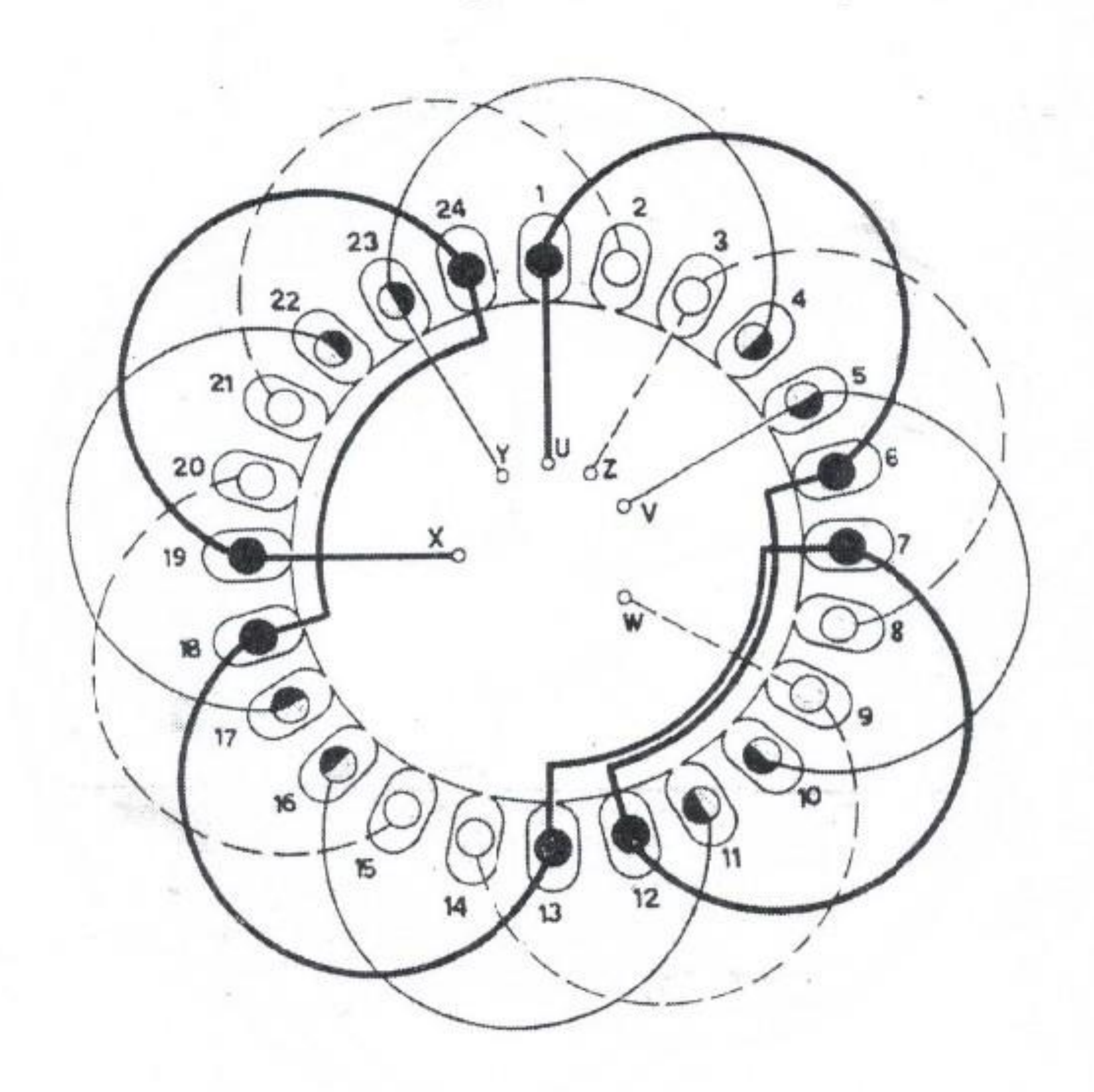


محـــرك ٣ فـــاز
٣٦ مجـــرى / ٤ قطـــب

نـــوع اللـــف	متداخـــــل	سريات المجموعة	٣
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	٠،٩٦٠
خطـــوة اللف	١ : ١٠		

ثانياً: طريقة اللف ذات الجناحين أو الكرونا

وهذه الطريقة أقل الطرق استخداماً أو انتشاراً



نلاحظ فى هذه الطريقة أن التقسيم وتوزيع المجارى لكل قطب بنفس قانون التقسيم العام أى:

٢٤ مجرى ÷ ٣ فاز = ٨ مجرى

٨ مجرى ÷ عدد الأقطاب = ٢ مجرى لكل قطب

ولكن عند وضع الملفات بدلاً من أن يضع ملف وحوله الملف الأكبر. وضع ملف

بين أقرب نقطتين ثم وضع الملف الثاني مجاوراً له وهكذا أى كل فاز له ٤ ملفات متجاورة يكونوا ٤ مجموعات فالمجموعة هنا مكونة من ملف واحد.

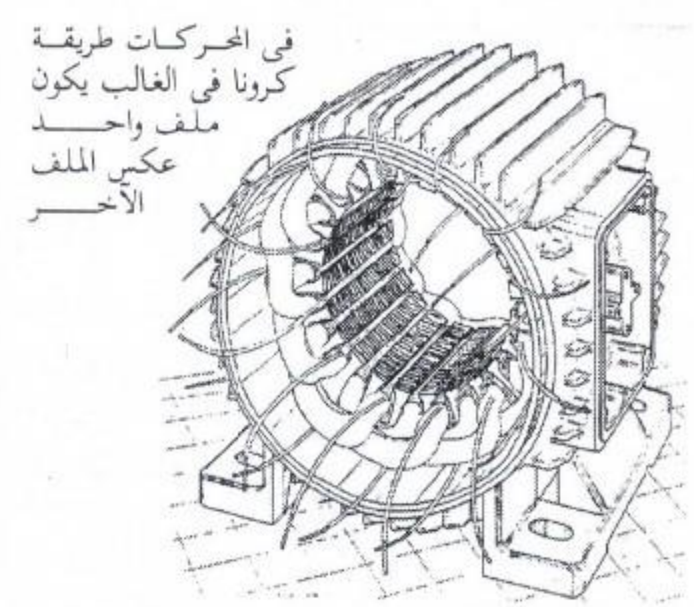
وقد وصل نهاية المجموعة الأولى مع نهاية المجموعة الثانية وبداية المجموعة الثانية مع بداية المجموعة الثالثة وهكذا. لأن المجموعات هنا فى وضع متجاور ويجب أن يمر التيار داخل المجموعات فى اتجاه معاكس.

وفى الغالب دوائر محركات الكرونا يكون وضع الملفات ملف عكس ملف آخر أما فى طريقة ملفات متداخلة كنا نرى الملفات ملفين عكس ملفين أو ثلاث عكس ثلاث. والحالة الوحيدة التى يوجد فيها محرك بطريقة متداخلة وبه ملف عكس ملف هى المحركات التى يكون فيها ناتج المجارى لكل قطب يساوى واحد.

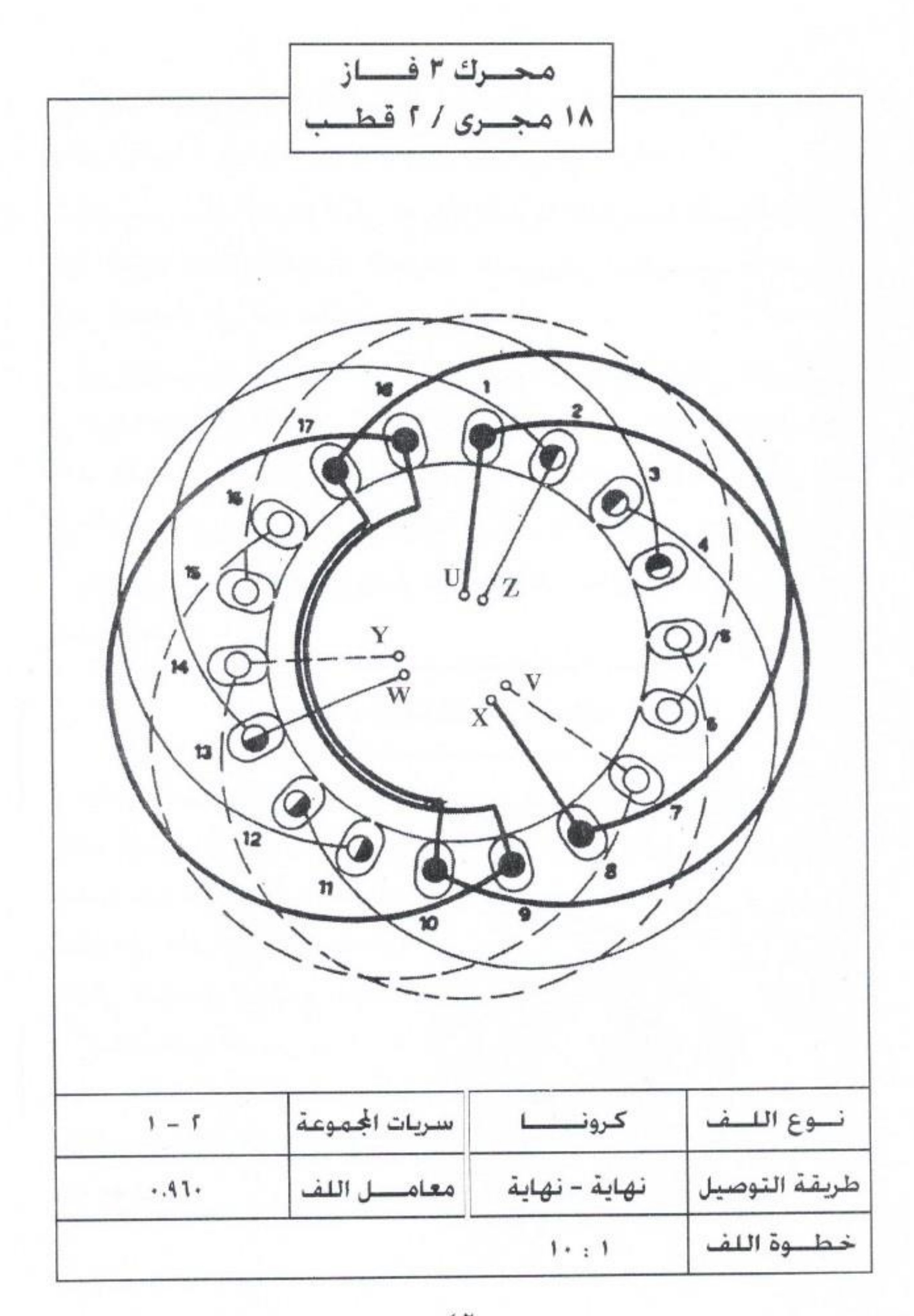
وللتعرف على أن المحرك كرونا. أو متداخل ولكن مجارى القطب تساوى واحد يجب أن تعلم أنه :

لا يوجد محرك كرونا بخطوة ١ : ٤

فإذا وجد محرك به ملف عكس ملف قبل أن تقول أنه كرونا أنظر إلى خطوة ملفاته فإن وجدتها ١ : ٤ فيكون المحرك ملفات متداخلة وتطبق عليه كل القوانين الخاصة بهذه الطريقة لأن المجموعات ستكون فى هذه الحالة غير متجاورة وبالتالى التوصيل نهاية مع بداية أما إذا كان بخطوة أكبر من ١ : ٤ فمعنى هذا أن المحرك ملفوف بطريقة كرونا ومجموعاته متجاورة وتوصيله نهاية مع نهاية.

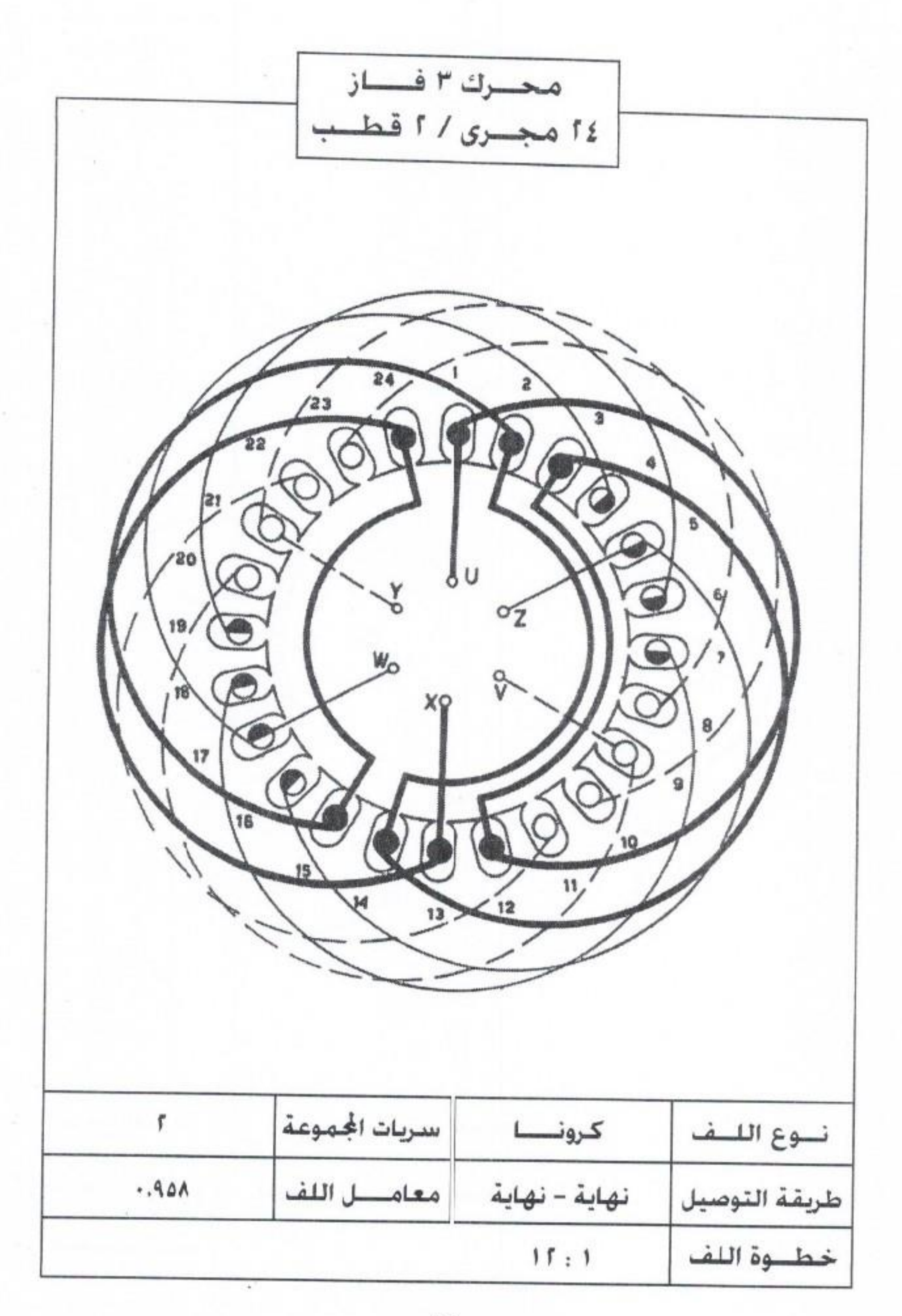


محـــرك ٣ فـــاز
١٨ مجـــرى / ٢ قطـــب



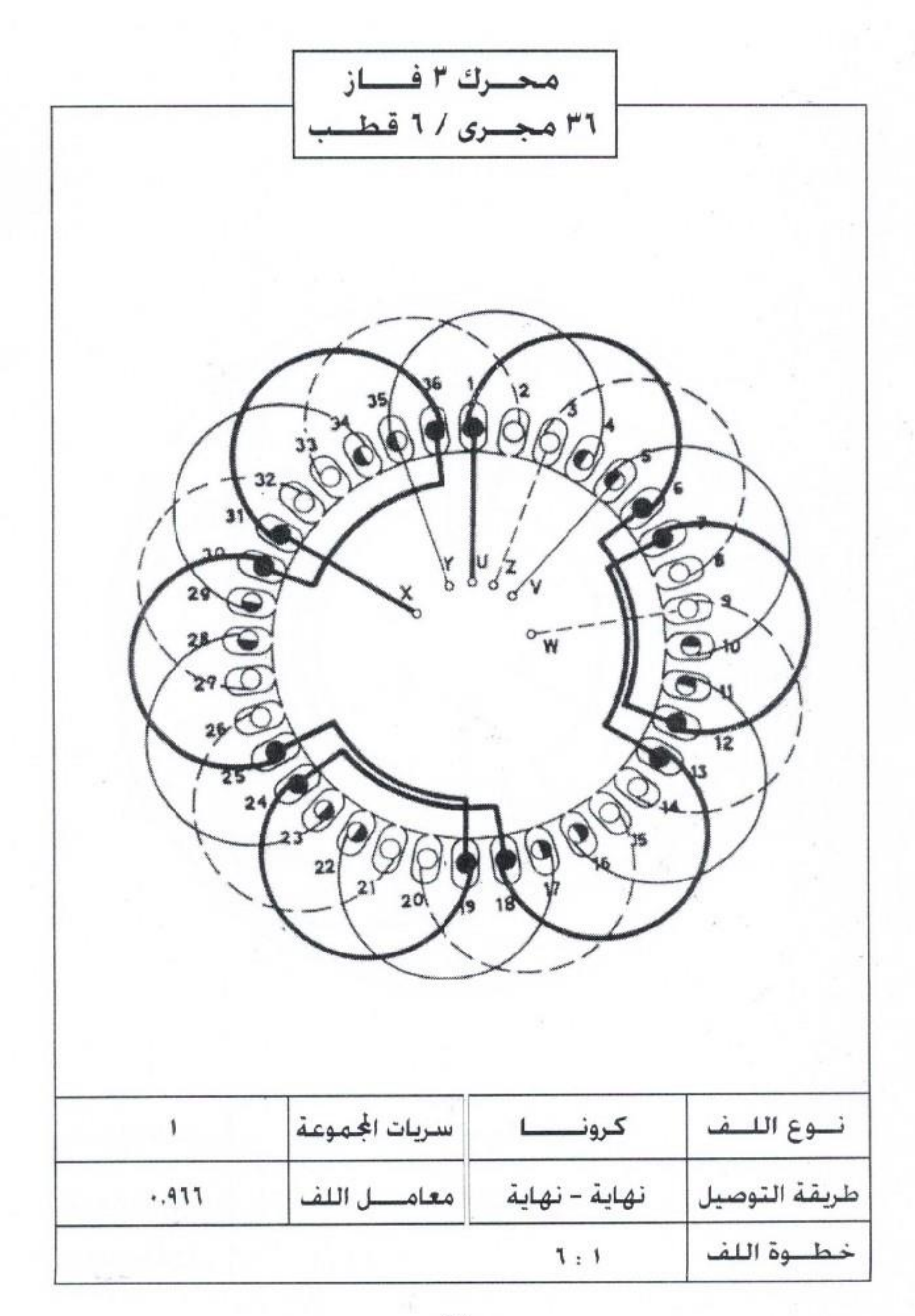
نـــوع اللـــف	كرونــــــا	سريات المجموعة	٢ - ١
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامـــل اللف	٠.٩٦٠
خطـــوة اللف	١ : ١٠		

محـــرك ٣ فـــاز
٢٤ مجـــرى / ٢ قطـــب



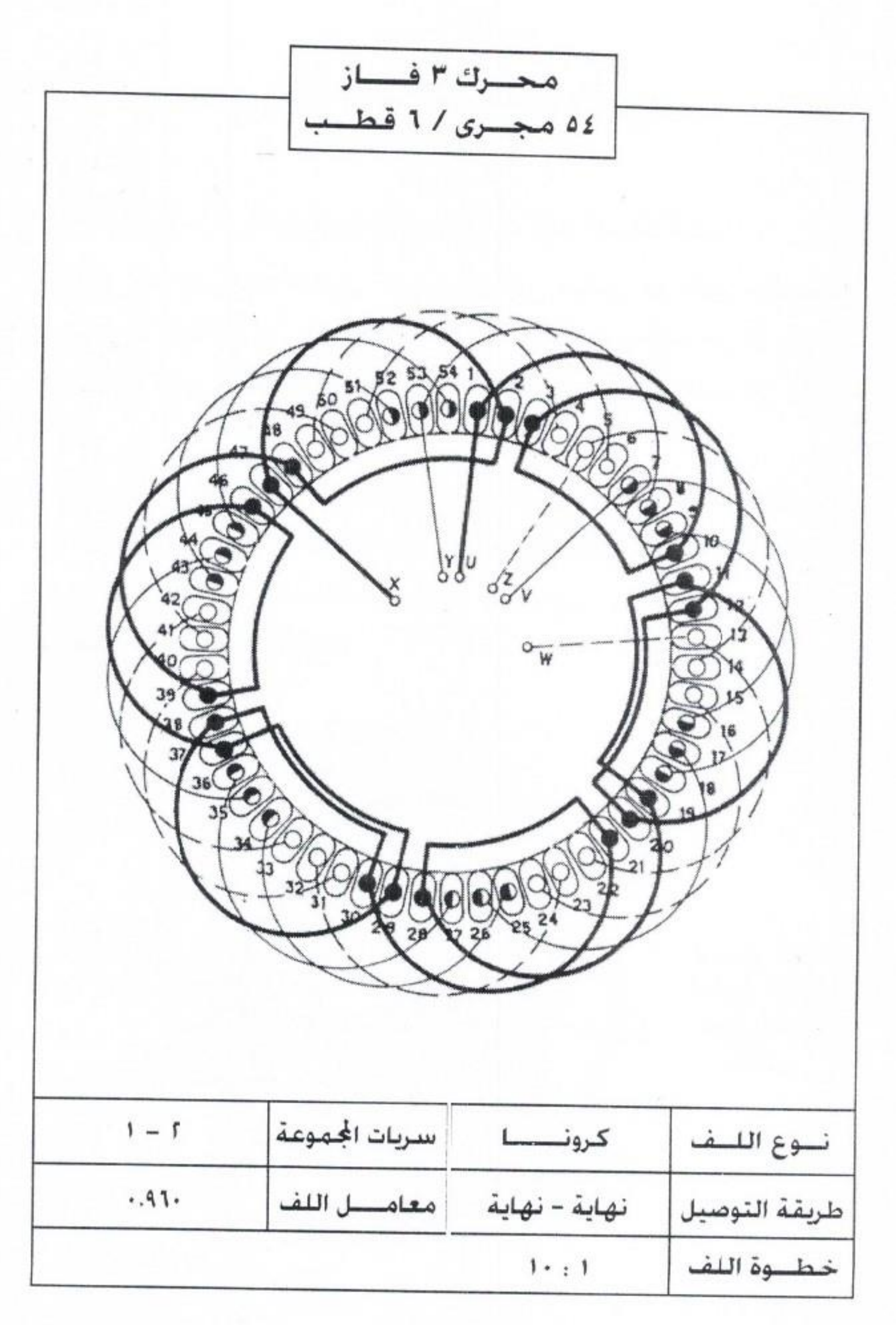
نـــوع اللـــف	كـرونـــــا	سريات المجموعة	٢
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامـــل اللف	٠.٩٥٨
خطـــوة اللف	١ : ١٢		

محـــرك ٣ فـــاز
٣٦ مجـــرى / ٦ قطـــب



نـــوع اللـــف	كرونــــــا	سريات المجموعة	١
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامـــل اللف	٠.٩٦٦
خطـــوة اللف	١ : ٦		

محـــرك ٣ فـــاز
٥٤ مجـــرى / ٦ قطـــب



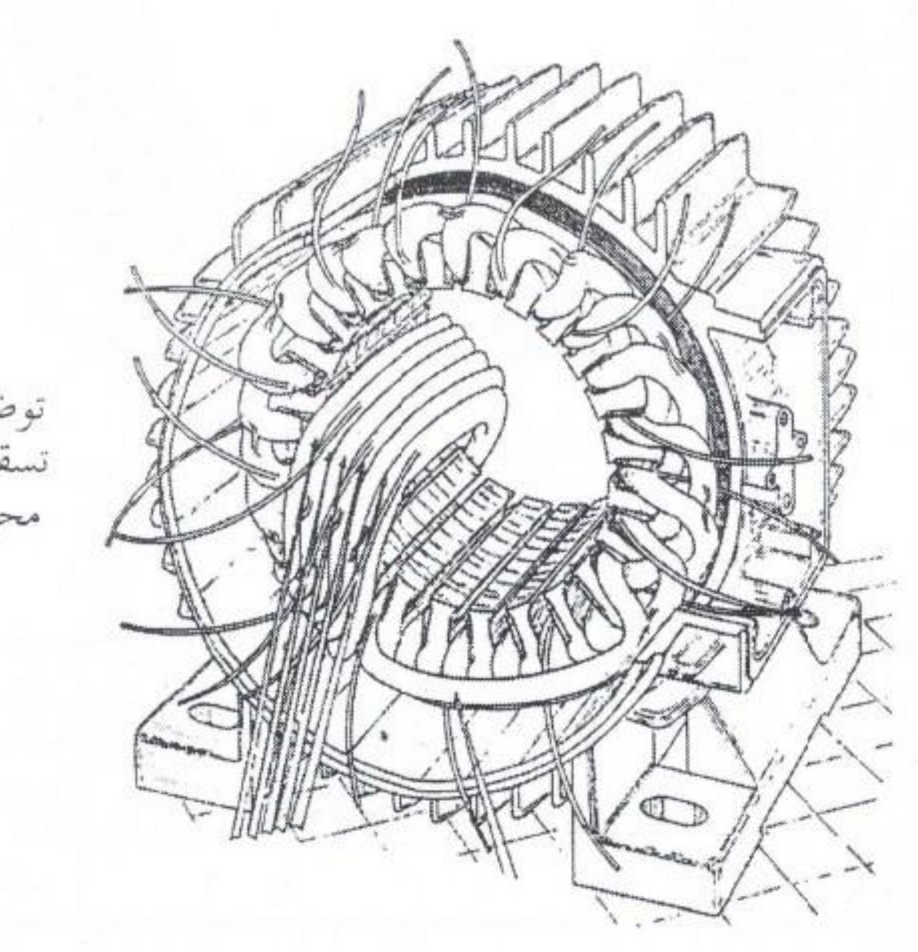
نـــوع اللـــف	كرونـــــا	سريات المجموعة	١ – ٢
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامـــل اللف	٠.٩٦٠
خطـــوة اللف	١ : ١٠		

ثالثاً: طريقة لف جانبان بالمجري

وهذه الطريقة أكثر الطرق استخداماً فى المحركات ذات القدرات العالية.

ومثل هذه المحركات تحتوى كل مجرى على جانبين من ملفين منفصلين. لايشترط أن يكونا من نفس الفاز فمن الممكن أن يكون جانب لملف من فاز والجانب الآخر للفاز الثانى والأثنان داخل مجرى واحدة لذلك يجب عزل جانب عن الجانب الآخر.

فى حالة تسقيط محرك جانبان مجرى دائما يسقط جانب واحد لعدد ملفات أقل من الخطوة بواحد أى إذا كانت الخطوة ١ :٦ يضع ٥ ملفات فى مجارى متجاورة ويترك الجانب الآخر من هذه الملفات مرفوع حتى ينتهى من تسقيط جميع الملفات ثم يضع جوانب الملفات المرفوعة.



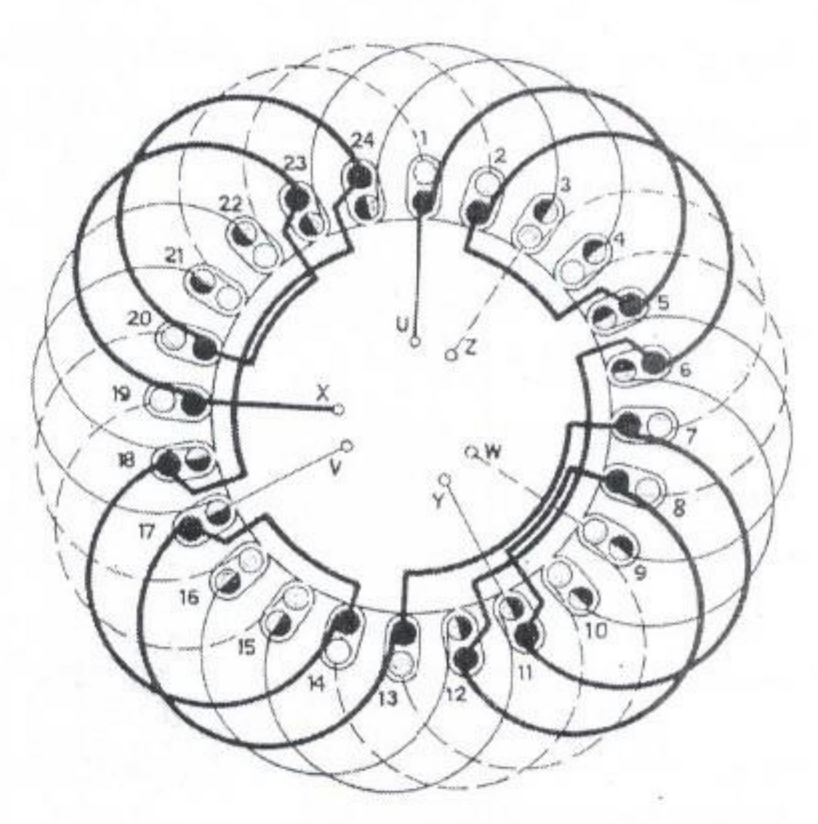
توضيح كيفية تسقيط ملفات محرك جانبان بالمجري

دائرة محرك ٢٤ مجرى/٤ قطب
جانبان بالمجرى

التقسيم

٢٤ مجرى ÷ ٣ فاز = ٨ مجرى

٨ مجرى ÷ ٤ قطب = ٢ مجرى لكل قطب



ومن الدائرة السابقة للمحرك ٢٤مجرى/٤ قطب جانبان بالمجرى سنلاحظ الآتى:

أنه أستخدم فى الرسم دائرتان واحدة تمثل جوانب الملفات السفلية والدائرة الخارجية تمثل جوانب الملفات العلوية.

بالنسبة للتقسيم وتحديد المجارى لكل قطب بالدائرة الداخلية لا يختلف عن الطرق السابقة. أما بالنسبة لوضع المجارى فى الدائرة الخارجية فهو يحدد خطوة الملف مسبقاً

فمثلاً إذا كانت الخطوة ١ : ٥ كالدائرة السابقة فهو يبدأ العد من أول مجرى لأى لون وفوق المجرى رقم ٥ يضع نقطة من نفس اللون الذى بدأ العد منه.

- بالنسبة لوضع الملفات سقط جانب فى مجرى بالدائرة الداخلية والجانب الآخر أسقطه بالدائرة الخارجية فى مجرى نفس اللون.
- بالنسبة للتوصل أستخدم نفس القوانين الأساسية. فوصل كل ملفين على التوالى ليكونوا مجموعة واحدة. ثم وصل نهاية مع نهاية وبداية مع بداية والتيار سار فى اتجاه معاكس.
- بالنسبة للبدايات من الممكن إستخدام قانون البدايات العام أى يبدأ U من أى طرف وبداية الفاز الثانى V من المجموع الثالثة وبداية الفاز الثالث W من المجموعة الخامسة.

أو يبدأ U من أى طرف وV من بداية المجموعة الخامسة و W من بداية المجموعة التاسعة.

أى من الممكن أن تكون البدايات ١-٣-٥ أو ١-٥-٩

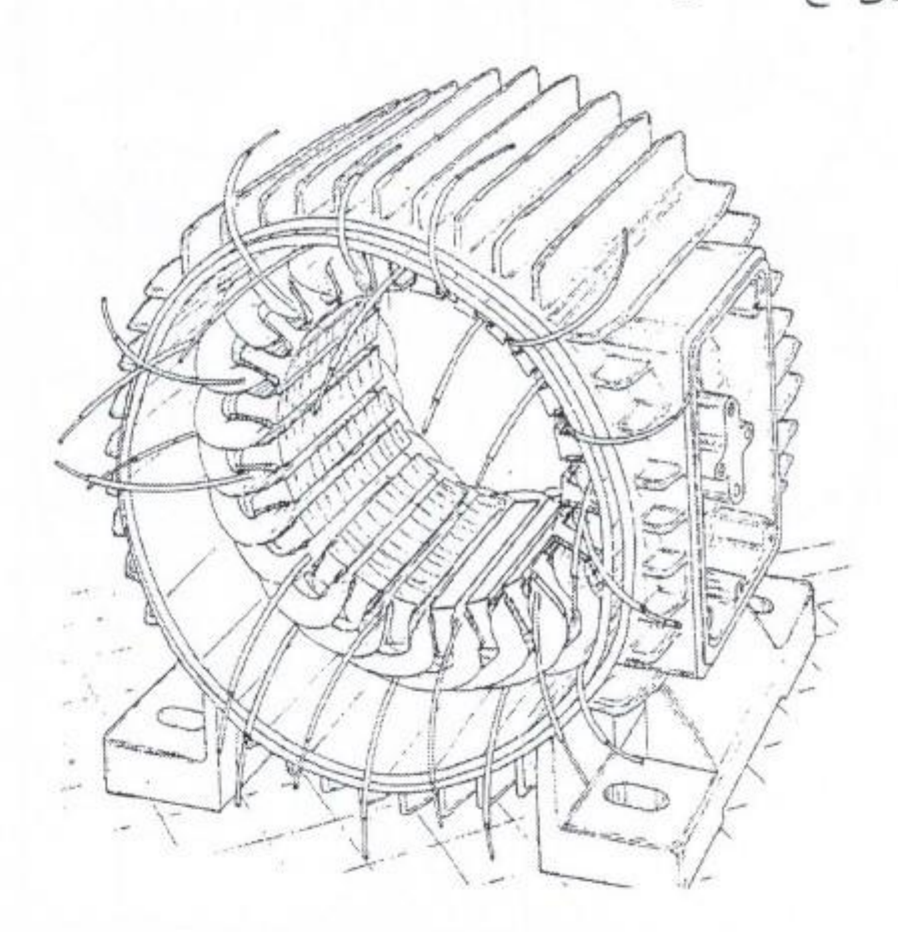
- لتحديد عدد أقطاب محرك جانبان بالمجرى أستخدم القانون الآتى:

$$\text{عد الأقطاب} = \frac{\text{عدد مجارى ا فاز}}{\text{عدد الملفات للمجموعة الواحدة}}$$

- جميع الملفات العلوية تسير فى اتجاه واحد والملفات السفلية أيضاً فى اتجاه واحد معاكس للملفات العلوية ولا تقسم مجارى القطب فى اتجاهين فى أى حالة حتى فى المحرك ٢ قطب.

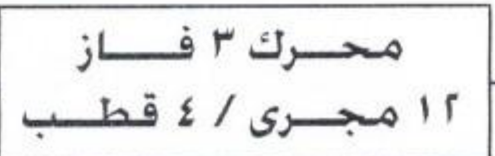
كيفية تحديد خطوة الملف لمحرك جانبان بالمجري:

كما رأينا فى الطرق السابقة للف (متداخل أو كرونا). كانت تحدد الخطوة بعد وضع النقاط التى تمثل المجارى على الدائرة. ولكن فى طريقة جانبان بالمجرى لا يمكنك البدءفى وضع النقاط على الدائرة الخارجية إلا بعد تحديد الخطوة فإذا كان المحرك يحتوى على الملفات فبالطبع يمكن تحديد الخطوة من الملفات القديمة ولكن فى حالة عدم وجودها يجب أن تعلم أن نهاية أخر ملف بالمجموعة الأولى وبداية أول ملف فى المجموعة الثانية يجب أن يكونا فى مجرتين متجاورتين أو تشترك ملفات المجموعة الأولى مع عدد من ملفات المجموعة الثانية لنفس الفاز.



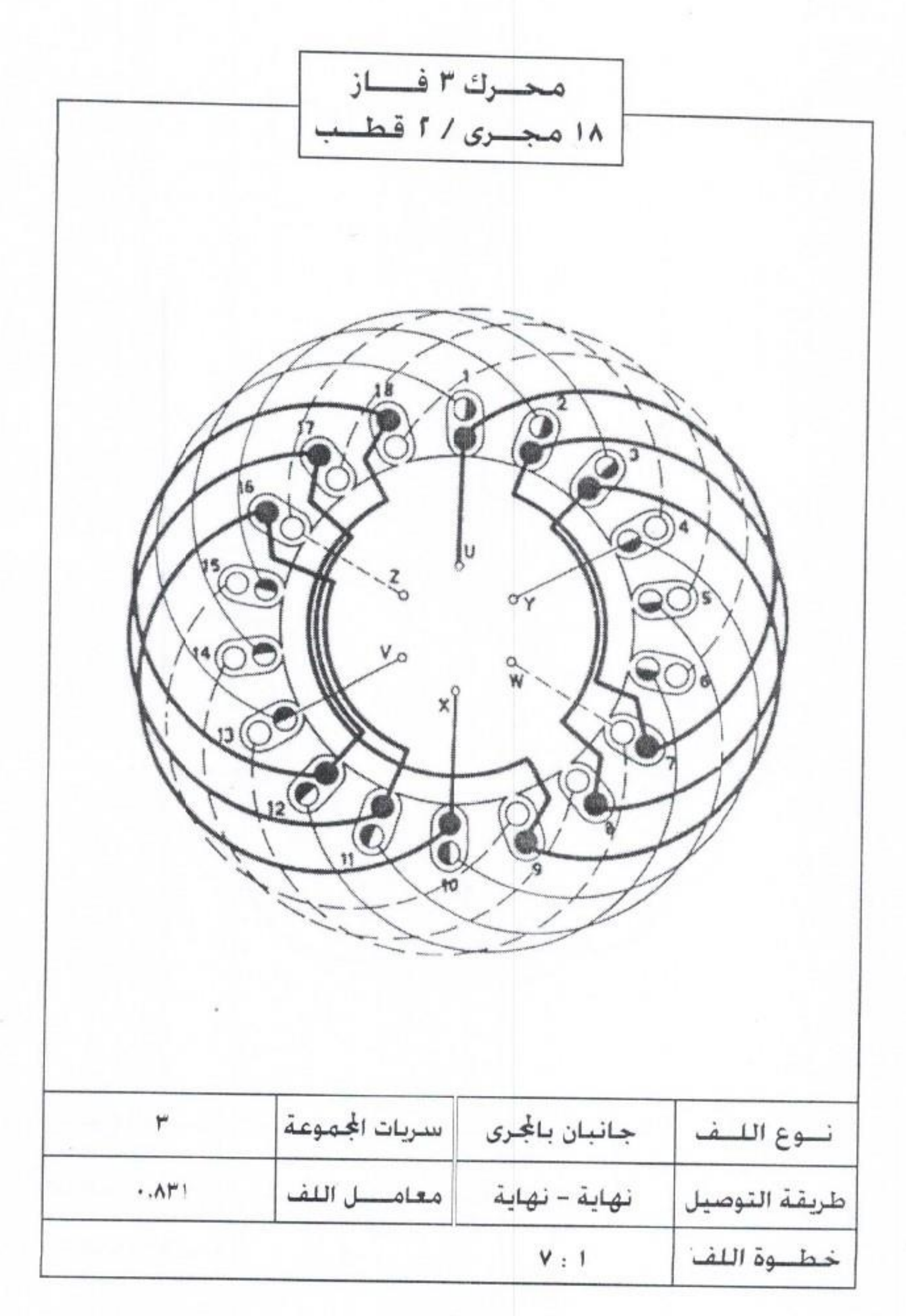
ستجد أن أى محرك جانبان بالمجرى جميع ملفاته العلوية موضوعه فى نفس الاتجاه .

واسفل كل ملف يوجد ملف آخر يسير فى الإتجاه المعاكس للملف العلوى فى نفس المجرى .



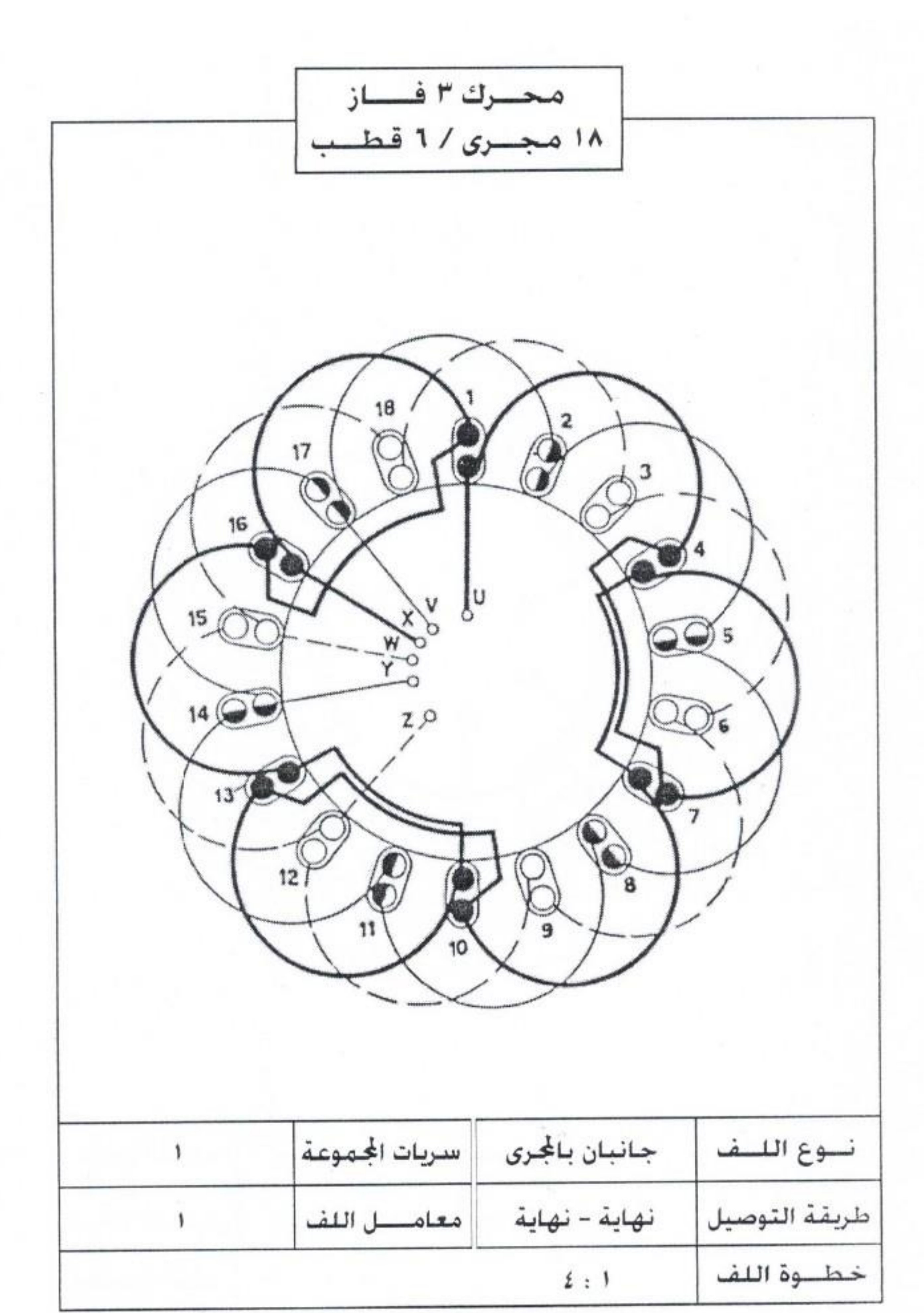
نوع اللف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	١
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامل اللف	١
خطوة اللف	١ : ٤		

محرك ٣ فاز
١٨ مجرى / ٢ قطب



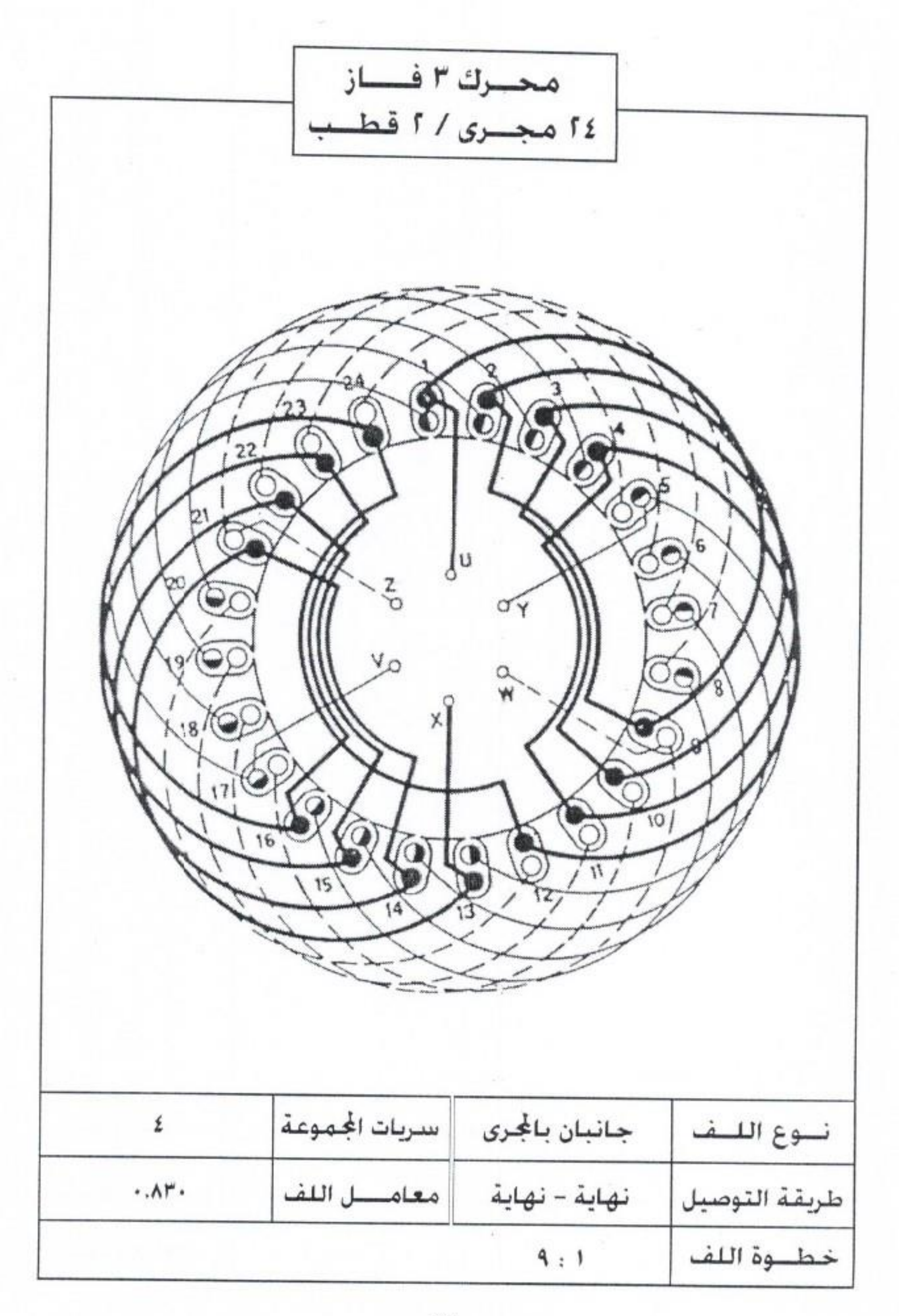
نوع اللف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٣
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامل اللف	٠.٨٣١
خطوة اللف	١ : ٧		

محـــرك ٣ فـــاز
١٨ مجـــرى / ٦ قطـــب



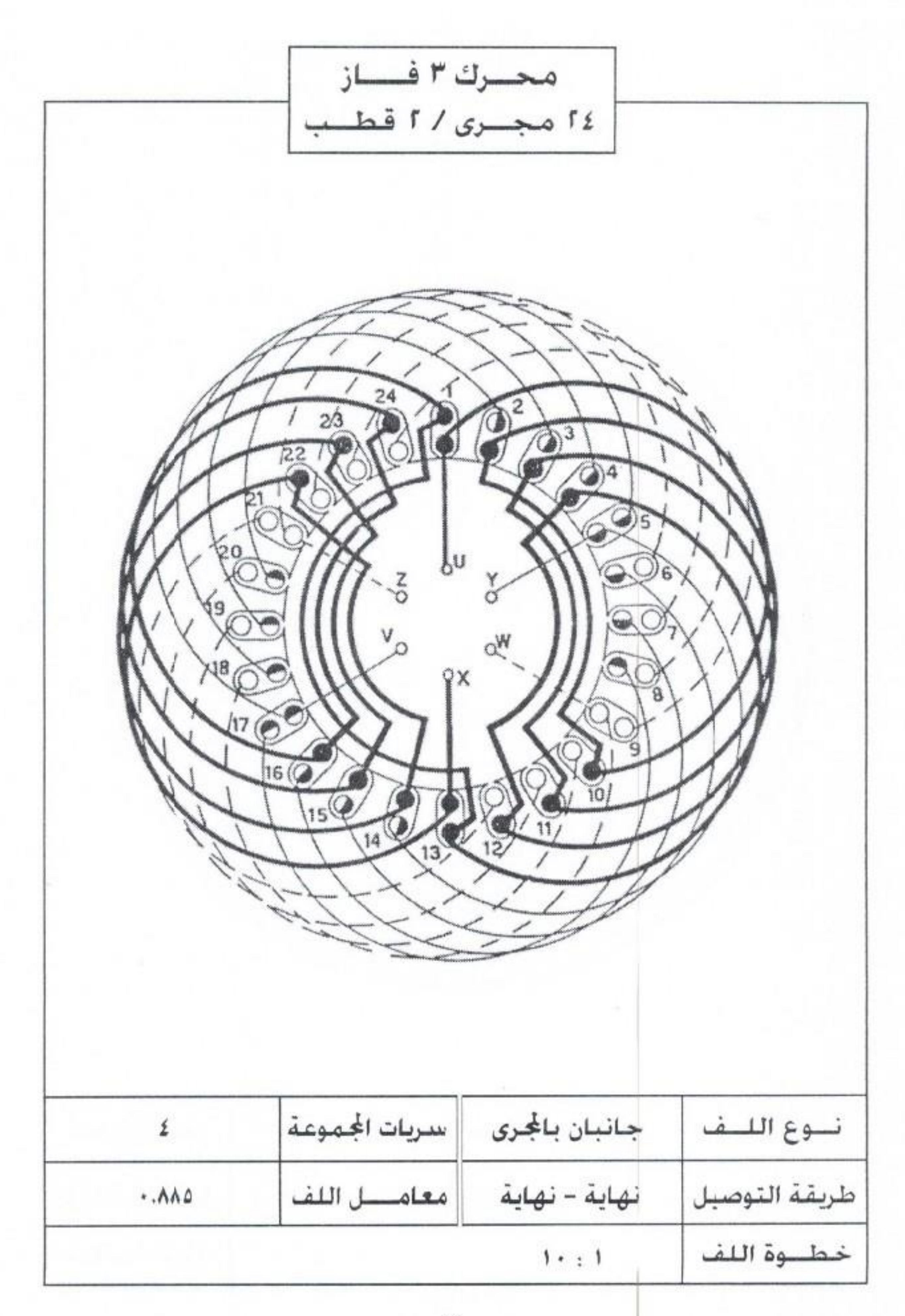
نـــوع اللـــف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	١
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامـــل اللف	١
خطـــوة اللف	١ : ٤		

محـــرك ٣ فـــــاز
٢٤ مجــرى / ٢ قطــب



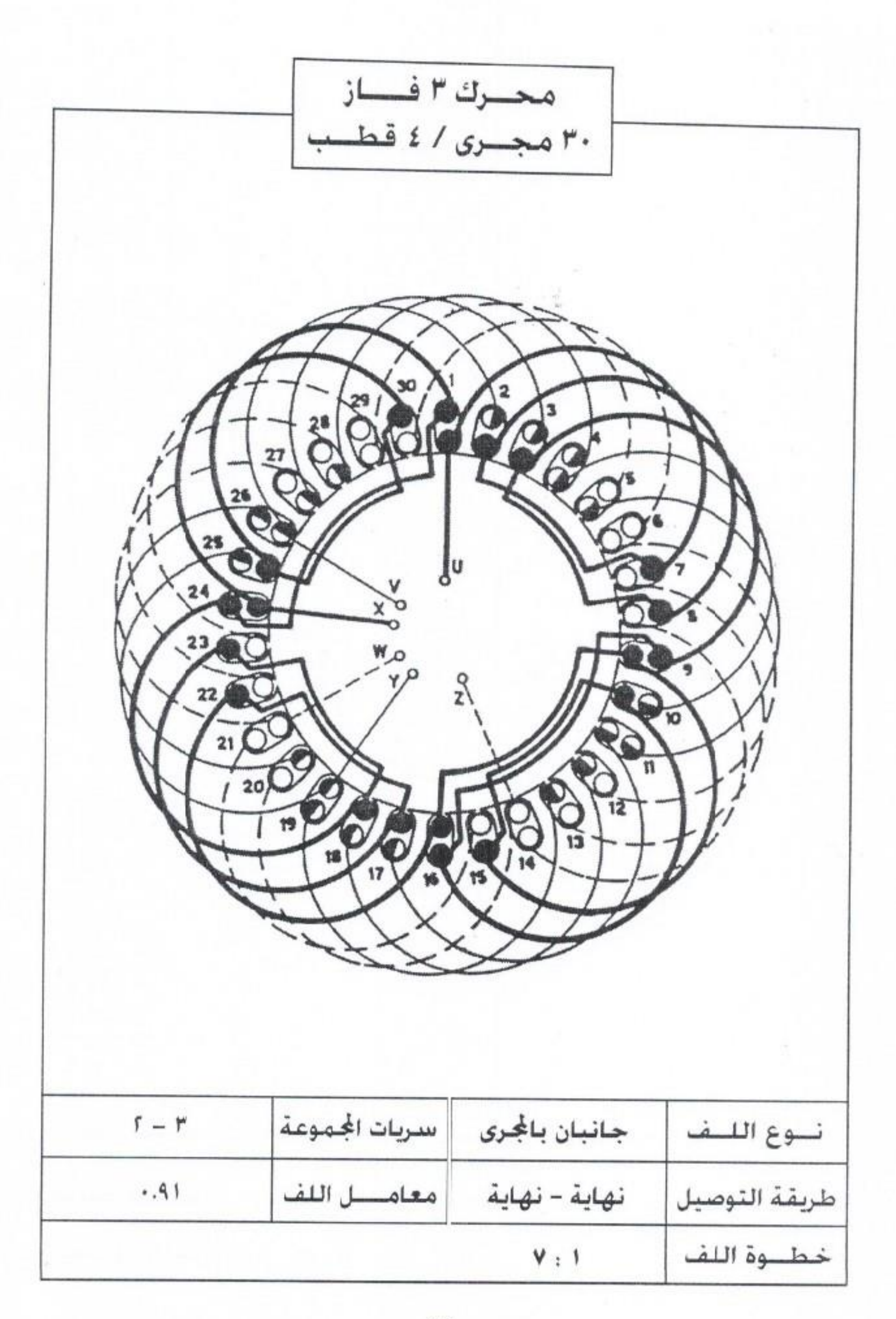
٤	سريات المجموعة	جانبان بالمجرى	نــوع اللــف
٠.٨٣٠	معامـــل اللف	نهاية - نهاية	طريقة التوصيل
		١ : ٩	خطــوة اللف

محرك ٣ فاز
٢٤ مجرى / ٢ قطب

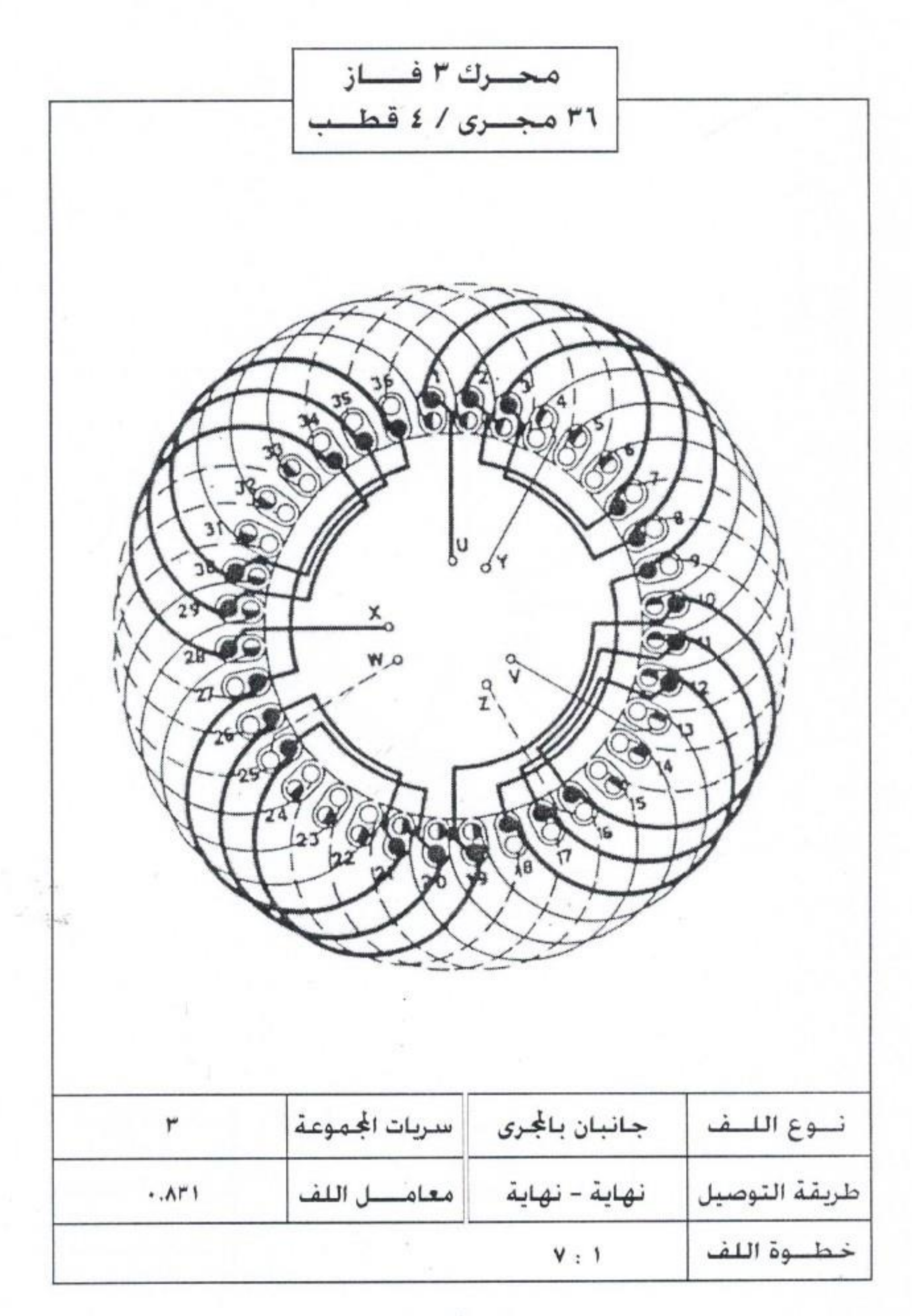


نوع اللف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٤
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامل اللف	٠.٨٨٥
خطوة اللف	١ : ١٠		

محرك ٣ فاز
٣٠ مجرى / ٤ قطب



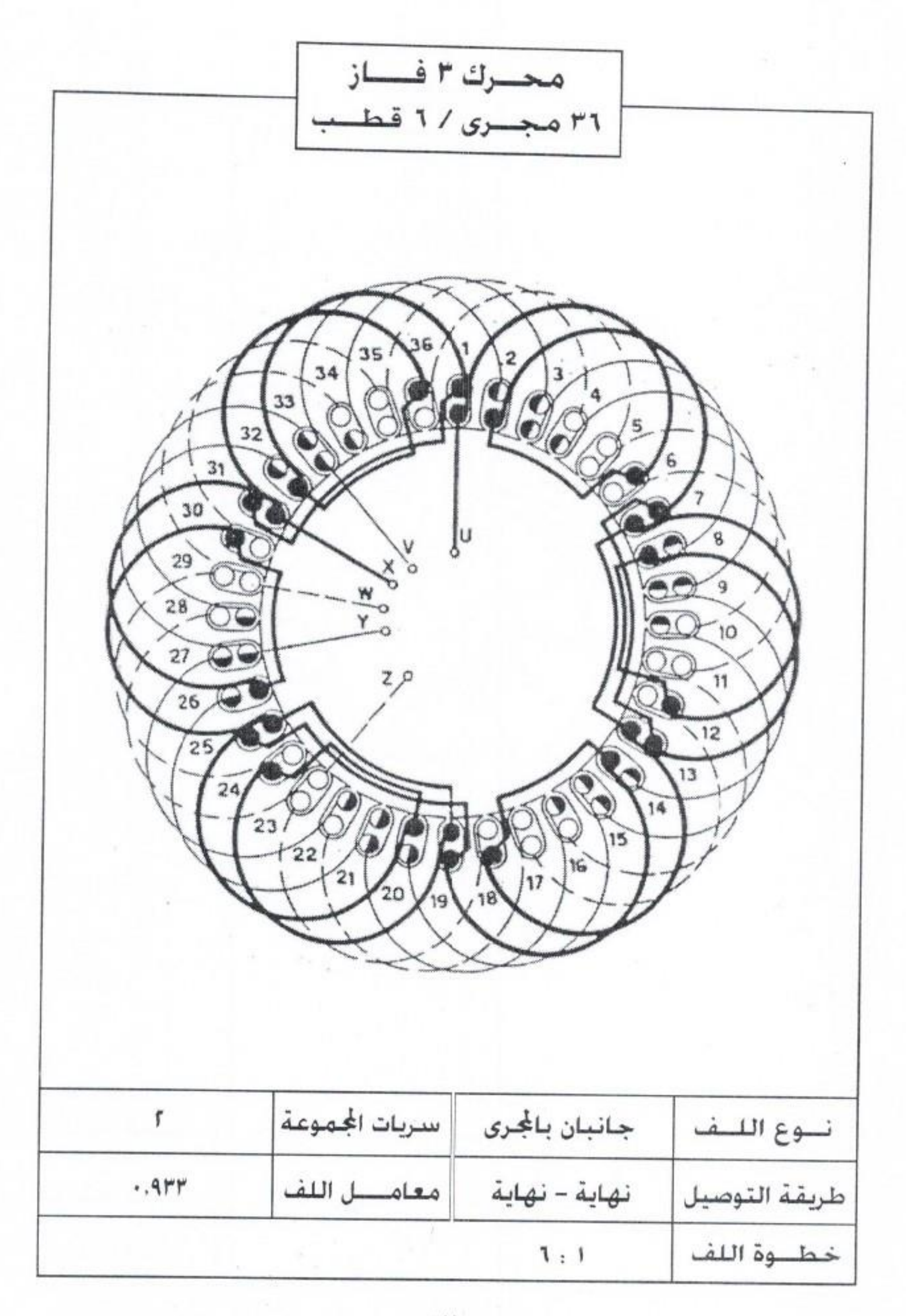
نوع اللف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٣ – ٢
طريقة التوصيل	نهاية – نهاية	معامل اللف	٠.٩١
خطوة اللف	١ : ٧		



محرك ٣ فاز
٣٦ مجرى / ٤ قطب

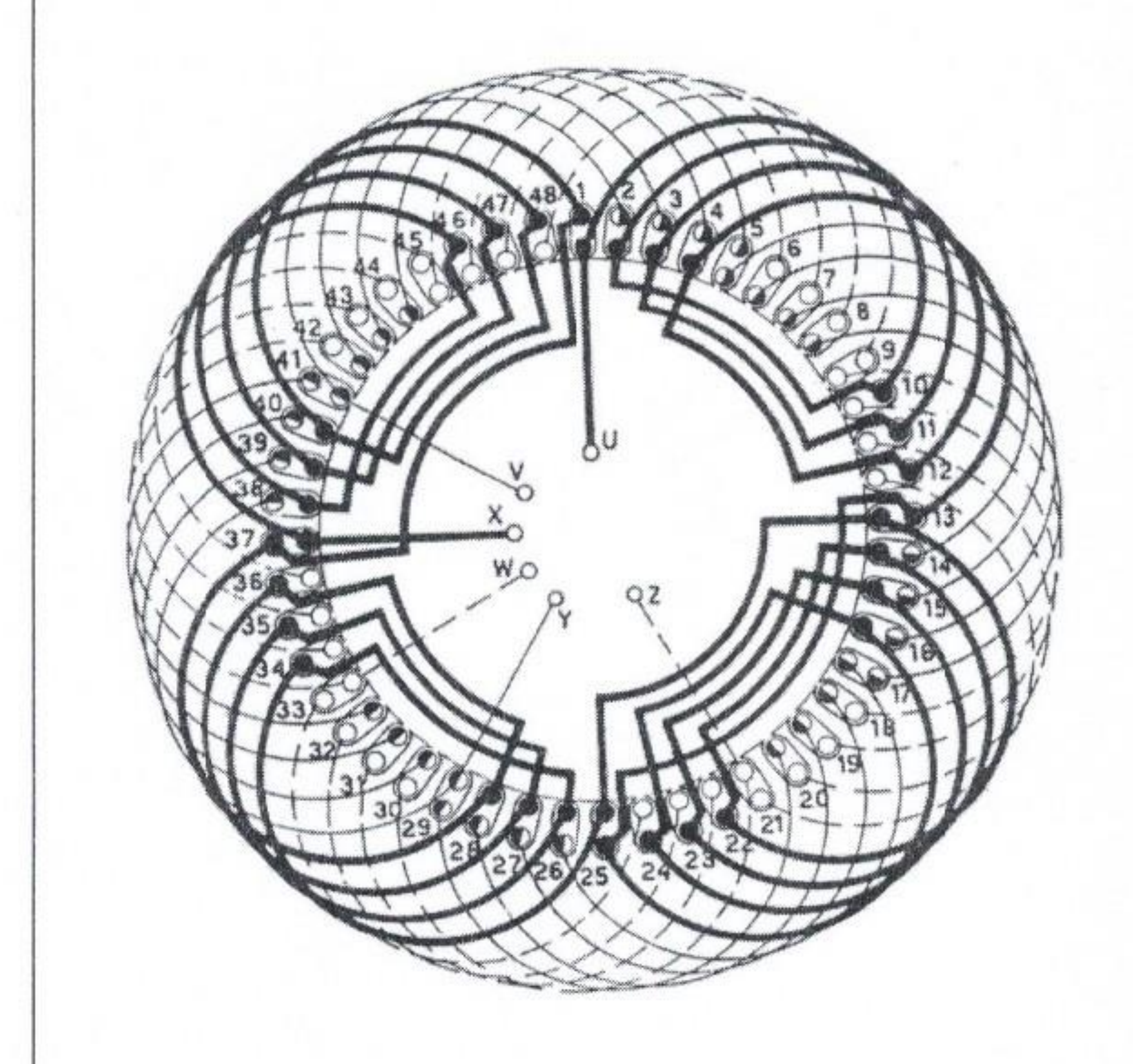
نوع اللف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٣
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامل اللف	٠.٨٣١
خطوة اللف	١ : ٧		

محـــرك ٣ فـــاز
٣٦ مجـــرى / ٦ قطـــب



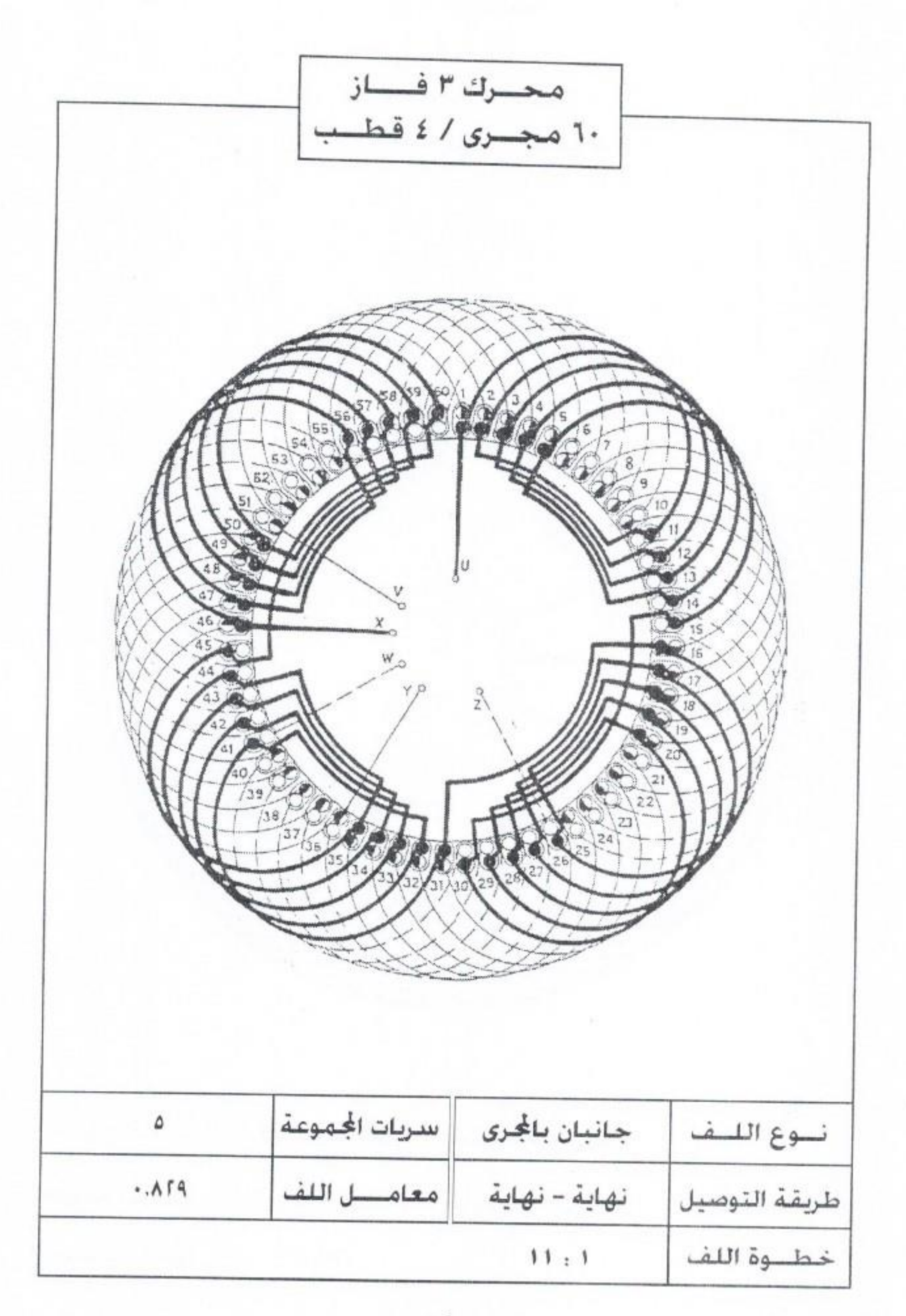
نـــوع اللـــف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٢
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامـــل اللف	٠.٩٣٣
خـطـــوة اللف	١ : ٦		

محـــرك ٣ فـــاز
٤٨ مجـــرى / ٤ قطـــب



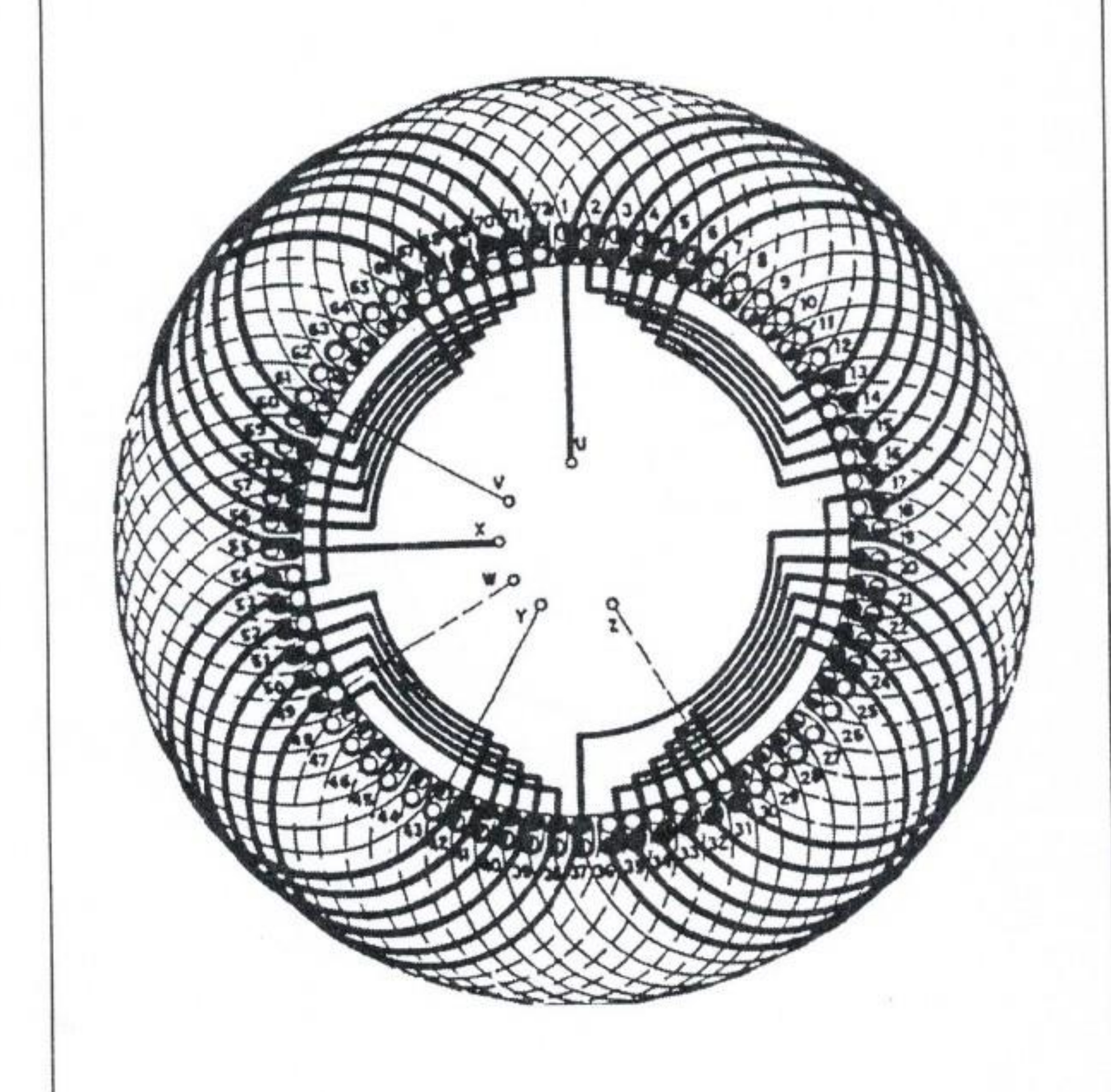
نـــوع اللـــف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٤
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامـــل اللف	٠.٨٨٥
خطـــوة اللف	١ : ١٠		

محــــرك ٣ فــــاز
٦٠ مجــــرى / ٤ قطــــب



نــوع اللــف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٥
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامــل اللف	٠.٨٢٩
خطــوة اللف	١ : ١١		

محـــرك ٣ فـــاز
٧٢ مجــرى / ٤ قطـــب



نـــوع اللـــف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٦
طريقة التوصيل	نهاية - نهاية	معامـــل اللف	٠.٨٢٨
خطـــوة اللف	١ : ١٣		

معانى أهم البيانات التى تكتب على يفطة المحرك

Model - Type - Tipo	موديل
Volt فولت	ستار λ
AMP أمبير	دلتا Δ
Cycle - HZ - P/S - CY - HERTZ	ذبذبة
KW - P - OUTPUT	القدرة الكهربائية
HP - CV - PS - CH	القدرة الميكانيكية حصان
RPM - TPM - U/min - UPM - GIRI	السرعة
POLI - POLE	الأقطاب
PH - PHASE	فاز
CLASS - INS - CL - ISOL - INSUL	درجة العزل
IP	درجة احكام الغلق
C - MF - UF - CON	سعة المكثف
VC	فولت المكثف
CA	مكثف بدء
CD	مكثف دوران
RATING.CON - DUTY CONT - SERVIZIO CONT	خدمة مستمرة
WEIGHT Kg	الوزن
DATE	التاريخ
COS g	معامل القدرة
BEARING	رقم رولمان البلى

CLASS درجـة العـزل	γ	A	E	B	F	H
TEMP درجـة الحـرارة	90°	105°	120°	130°	155°	180°

جدول درجات العزل وأقصى حرارة لتحملها

البيانات التي يجب معرفتها قبل بدء اللف من جديد

لإعادة لف محرك من جديد يفرغ سلكه القديم وعادةً يكون فوق السلك طبقة ورنيش تجعل من الملفات كلها كتلة واحدة يصعب فكها. والطريقة المتبعة لتفريغ المحرك من السلك تقطع الملفات من جانب بواسطة أجنة ثم يدق فوق الملفات من الناحية المقطوعة بواسطة قطعة معدنية مساحتها أقل من المجرى. مجرى فالأخرى ثم تجذب الملفات من الأمام. أو بأى اسلوب آخر لا يتلف الشرائح. وفى بعض الأحيان عندما يكون الورنيش من نوع يجعل من الملفات قطعة صلبة جداً مع الشرائح يحتاج أن يسخن الملفات حتى يتثنى جذب الملفات وقدر المستطا ع عند استخدام البورى للتسخين استخدم أقل درجة حرارة تمكنك من اخراج الملفات وكلما ارتفعت درجة حرارة الشرائح بدرجة كبيرة تؤثر على خواصها وبالتالى على قدرة المحرك.

وقبل تفريغ المحرك يجب معرفة البيانات الآتية :

* قبل فك أجزاء المحرك توضع علامات مميزة على كل غطاء ومثلها على الجسم الثابت حتى لا يحدث مشاكل عند التركيب.
* معرفة توصيل الروزنة الخارجية وتحديد إذا كانت ستار أو دلتا. ثم يفك العضو المتحرك وتجمع مساميره فى مكان معروف. وتتأكد من صلاحية رولمان البلى وتأكد من الآتى:
* عدد المجارى وعدد الأقطاب ونوع اللف ثم رسم دائرة المحرك وتأكد مطابقة الخطوة فى الرسم مثلها فى المحرك
* قياس قطر السلك وإذا كان المحرك ملفوف بأكثر من سلك توازى يجب قياس كل سلك منهم
* عند فك عدد من الملفات عد ملف أو أكثر للتأكد من عدد اللفات. مع ملاحظة

إذا كان الملف ملفوف بسلك فرد فسيكون عدد اللفات هو نفسه عدد الأسلاك الموجودة بالمجرى. أما إذا كان المحرك ملفوف بسلكين توازى مثلاً فعدد اللفات يساوى عدد الأسلاك داخل المجرى ÷ ٢

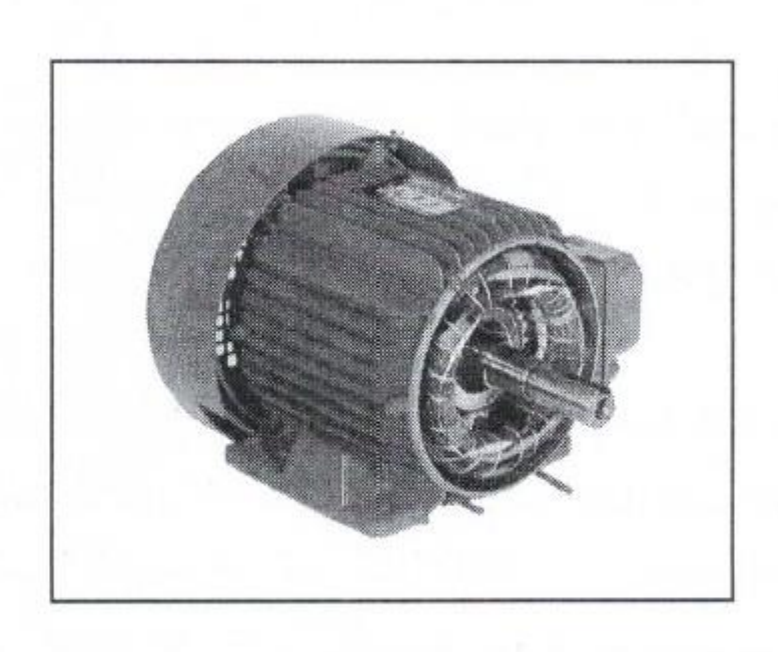
(أنظر موضوع توازى الأسلاك ص ٨٥)

خطوات إعادة لف المحرك

- بعد أخذ البيانات وتنظيف المجارى جيداً من بقايا العوازل أبدأ بوضع البرسبان داخل المجارى ومن ثم تحديد نوع العازل وسمكه تبعاً لقدرة وجهد المحرك. فكلما أرتفعت قدرة المحرك أو الجهد الذى سيعمل عليه يحتاج إلى قيمة عزل أعلى. ويوضع البرسبان أطول من المجرى بحوالى نصف سم أو أكثر من الجهتين ويجوف تبعاً لتجويف المجرى حتى يتسع لجميع الأسلاك بسهولة.
- تقاس فرم المجموعة تبعاً لخطوة الملفات المحددة بحيث لا تكون صغيرة تصعب دخول المجموعة المجاورة لها بداخلها فيجب أن تكون المجارى التى توجد بين أصغر ملف حرة لا يعوق الملف الأصغر جزء منها . وفى نفس الوقت لا تكون أكبر من الداعى.
- تلف ملفات مجموعة واحدة على الفرم المطابقة بعدد اللفات وسمك السلك المطلوب. وأبدأ بتسقيط الملف الأصغر أولاً ثم الأكبر فالأكبر. وتأكد أن أطراف الملفات تكون جهة الفتحة التى سيخرج منها الأطراف الستة الى الروزتة. وإذا كان مقاس المجموعة جيد أكمل لف باقى المجموعات
- تسقط باقى الملفات داخل المجارى بالترتيب وطريقة التسقيط السليمة مع ملاحظة تطبيع كل ملف أولاً بأول والتأكد من عدم لمس أى سلك لجسم المحرك.
- أعزل بالبرسبان من الجهة التى ليس بها الأطراف. كل مجموعة عن المجموعة الملامسة لها وتأكد من عدم تلامس مجموعة من فاز مع مجموعة لفاز آخر. وهذا

العزل مهم جداً بالنسبة لطول عمر المحرك خاصة بالنسبة للقدرات العالية ثم يتم أيضاً فى نفس الجهة تربيط (بندشة) الملفات معاً جيداً مع ملاحظة وجود البرسبان بين المجموعات أثناء التربيط.

* التوصيل بين المجموعات بدقة وتأنى مع تنظيف مكان كل وصلة من الورنيش جيداً ولحامها وعزلها بالمكرونة المناسبة. وإخراج الست أطراف بسلك شعر مرن ويميز الثلاث بدايات عن الثلاث نهايات.
* العزل بين المجموعات ناحية الأطراف وتربيطها والتأكد من عدم أرتفاع مستوى الملفات عن شرائح الجسم الثابت أو أرتفاع أى برسبان داخل المجرى.
* تنظيف المحرك جيداً بالهواء ثم وضع الورنيش بواسطة فرشاة أو أى أسلوب آخر. وتأكد من وصول الورنيش لجميع أجزاء الملفات وخاصةً داخل المجارى ولاتترك طبقة ورنيش بارزة فوق الشرائح تعوق دوران العضو المتحرك.
* أترك المحرك مفتوح مدة كافية حتى يجف الورنيش تماماً (حدود ١٢ ساعة على الأقل يختلف من نوع ورنيش الى نوع آخر) ثم ابدأ فى تركيب العضو المتحرك وتوصيل الروزتة الخارجية وتجربة المحرك وقياس شدة تيار كل فاز.



الأختبارات التى يجب إجراؤها
بعد لف المحرك وقبل توصيله بالتيار

بواسطة الأومتر أو مصباح اختبار يتم عمل الاختبارات الآتية:

١- اختيار توصيل ملفات كل فاز على حدى.

وفى هذه الحالة يجب أن	U → X
يتحرك مؤشر الأومتر أو يضئ	V → Y
مصباح لأختبار فى الثلاث قياسات	W → Z

٢- أختبار عزل ملفات كل فاز مع جسم المحرك.

وفى هذه الحالة يجب أن لا يضئ	U ⏚
مصباح الأخيتار وذلك لمعرفة	V ⏚
إذا كان يوجد تلامس بين أى	W ⏚
سلك وجسم المحرك	

٣- اختبار عزل ملفات كل فاز عن الفاز الآخر

وفى هذه الحالة يجب أيضا أن	U - V
لا يضئ مصباح الأختبار وذلك	U - W
للتأكد من عدم تلامس ملفات	V - W
أى فاز مع ملفات فاز آخر	

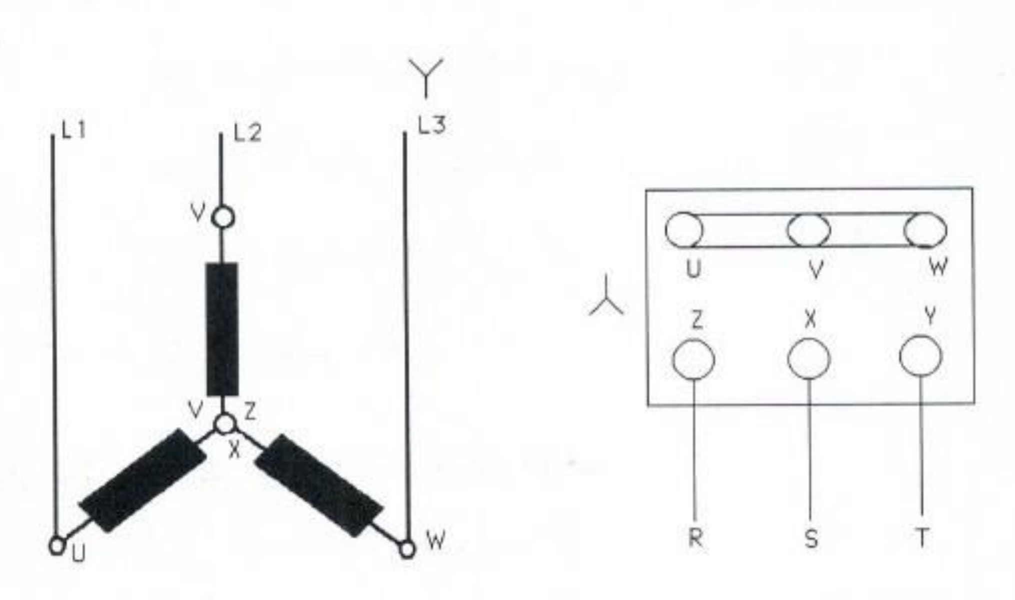
ملحوظة : هذه الأختبارات يمكنها تأكيد وجود خطأ ولكن لا تؤكد بصورة قاطعة صلاحية المحرك. فذلك لايتم التأكد منه إلا بتشغيل المحرك وقياس شدة تياره وهو يعمل بالحمل.

التوصيل الخارجي لمحرك
ثلاث أوجه سرعة واحدة

أى محرك ٣ فاز يمكن تشغيله على جهدين مختلفين الفرق بينهما $\sqrt{3}$. على سبيل المثال ٣٨٠/٢٢٠ ڤولت أو ٦٦٠/٣٨٠ ڤولت...

وإذا عمل المحرك بالڤولت المنخفض أو الڤولت الأعلى بشرط توصيل الروزتة الخارجية التوصيل المناسب لكل ڤولت سيعمل المحرك بنفس القدرة والسرعة.

أولاً: طريقة توصيل نجمة (STAR) λ

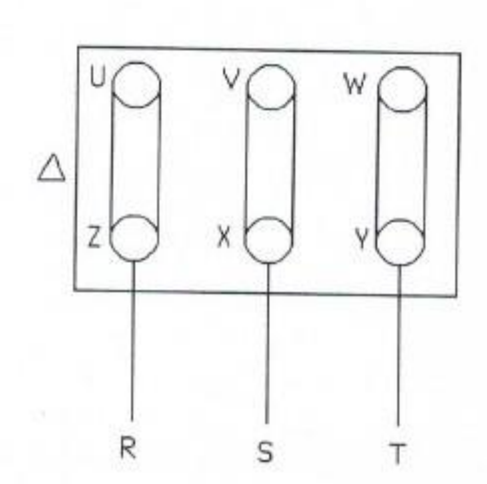


فى هذه التوصيلة يجمع النهايات الثلاث معاً (X, Y, Z) ويمر التيار فى البدايات أو العكس أى يجمع الثلاث بدايات معاً ويمر التيار فى النهايات ويعمل المحرك فى هذه الحالة على أعلى ڤولت مسجل على يفطة المحرك. ويستهلك أقل شدة تيار مسجلة على يفطة المحرك. فمثلاً إذا كان مكتوب على المحرك ٢٢٠ / ٣٨٠ ڤولت - ١,٧/٣ أمبير فمعنى ذلك إذا كان مصدر التيار الذى يعمل عليه المحرك ٣٨٠ ڤولت أى أعلى

ڤولت مسجل على اليفطة . فيجب توصيله ستار ويستهلك أقل شدة تيار مكتوبة على المحرك وهى ١,٧ أمبير.

ثانيا: طريقة توصيل مثلث (DELTA) Δ

Δ



وفى هذه التوصيلة يجمع نهاية كل فاز مع بداية فاز آخر أى U – Z ، V – X ، W – Y ويعمل المحرك فى هذه الحالة على أقل ڤولت مسجل على يفطة المحرك ويستهلك أعلى شدة تيار مسجلة على يفطته فمثلاً إذا كان مكتوب على المحرك ٣٨٠/٢٢٠ فولت ١,٧/٣ أمبير. فإذا كان مصدر التيار الذى سيعمل به المحرك ٢٢٠ فولت ٣ فاز أى أقل فولت مكتوب على اليفطة. فيجب توصيله دلتا وسيستهلك أعلى شدة تيار وهى ٣ أمبير.

فمعني ذلك إذا كان مكتوب على المحرك ٦٦٠/٣٨٠فولت فإذا كان مصدر التيار ٣٨٠ فولت يجب توصيل المحرك دلتا حيث أن القيمة ٣٨٠ هى أقل فولت مكتوب ونستخلص من ذلك أن:

فى حالة توصيل المحرك ستار يعمل على أعلى فرق جهد

$$V\lambda = V\Delta \times \sqrt{3}$$

ويستهلك أقل شدة تيار

$$A\lambda = \frac{A\Delta}{\sqrt{3}}$$

فى حالة توصيل المحرك دلتا يعمل على أقل فرق جهد

$$V\Delta = \frac{V\lambda}{\sqrt{3}}$$

ويستهلك أعلى شدة تيار

$$A\Delta = A\lambda \times \sqrt{3}$$

ومعلوم أنه كلما زاد فرق الجهد يجب أن تزيد عدد لفات الملف. وكلما زادت شدة التيار يجب أن تزداد مساحة مقطع السلك. فمثلاً إذا كان لديك محرك يعمل على ١١٠ فولت وتريد تشغيله على ٢٢٠ فولت يلف بضعف عددلفاته وبنصف مساحة مقطع سلكه القديم.

ملحوظة :

بعض المحركات توصل ستار أو دلتا داخليا ويخرج ثلاث أطراف فقط تتصل مباشرة بالتيار . ومثل هذه المحركات تعمل على فرق جهد معين تبعاً لتوصيله الداخلى.

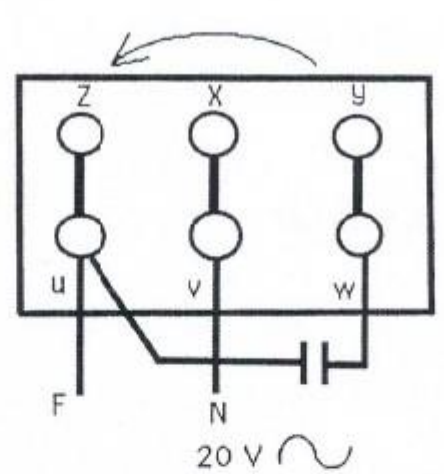
وإذا أردت تغيير توصيلة المحرك فى هذه الحالة من ستار إلى دلتا أو العكس فستضطر إلى فك المحرك من الداخل .

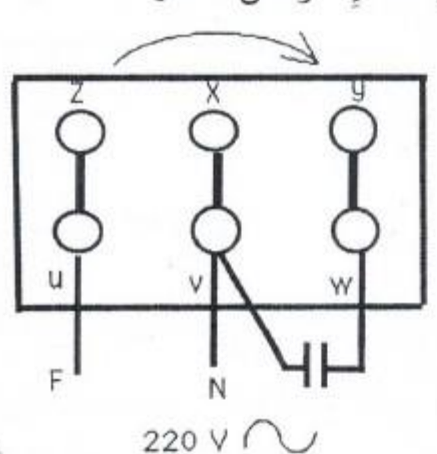
كيفية تشغيل محرك ثلاث أوجه

على وجه واحد

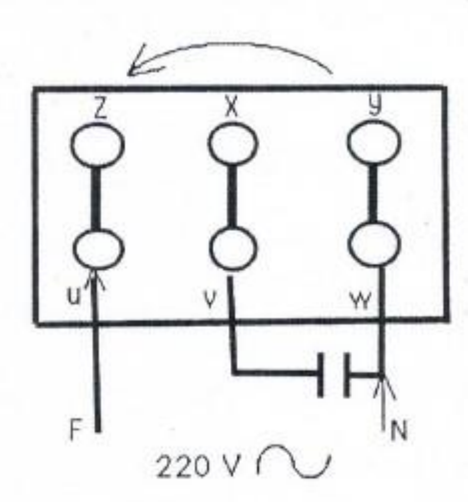
من الممكن تشغيل المحركات التى تعمل على ٣ فاز والتى لا تتعدى قدرتها ٣ كيلووات (أو أكثر قليلاً) على تيار ١ فاز .

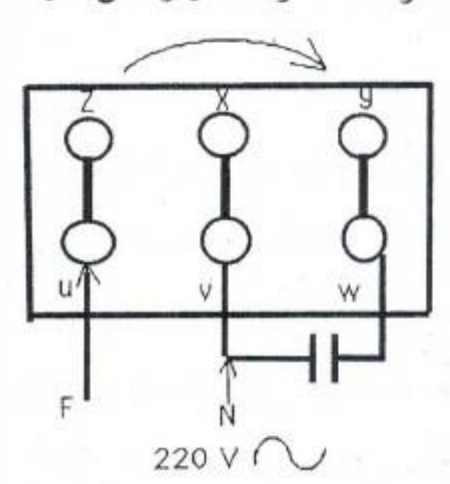
يوصل المحرك ستار أو دلتا عادى تبعاً لقيمة الفولت المسجلة عليه وقيمة المصدر الذى سيعمل به . ثم يصل طرفى مصدر الوجه الواحد مع أى طرفين من الأطراف الثلاثة للمحرك . والطرف المتبقى يتصل مع طرف مكثف . طرف المكثف الآخر يوصل مع أى طرف من طرفى التيار وعند توصيله بطرف معين سيكون اتجاه الدوران معاكس عما إذا وصل بالطرف الآخر .





أو من الممكن تثبيت طرفى المكثف مع أى طرفين للمحرك . ولتغيير الأتجاه يتم تبديل الطرف الآخر للتيار ويظل طرف التيار الأول ثابت مكانه .





وسيعمل المحرك فى هذه الحالة بقدرة أقل من قدرته عندما كان يعمل بمصدر ٣ فاز (حوالى ٧٥٪ من قدرته) وتتحدد سعة المكثف تبعاً لقدرة المحرك ولا يوجد قانون دقيق يحدد قيمة المكثف المطلوب بالضبط ولكن قبل التشغيل الدائم يجب تجربة أكثر من مكثف حتى تصل الى أفضل صوت وأفضل شدة تيار وأعلم أنه كلما أرتفعت سعة المكثف كلما زادت شدة التيار والعكس تنخفض أيضاً قدرته.

يمكن تشغيل محركات ثلاث أوجه أكثر من ٣ كيلووات على وجه واحد. بسعة مكثف عالية ثم يتم إخراج هذا المكثف من الدائرة بواسطة زر جرس أو ريلى فولت أو مفتاح طرد مركزى. ويعمل المحرك بعد البدء بملفات فازتين يكونوا بمثابة ملفات تشغيل وتقويم.

$$\text{سعة المكثف بالفاراد تقريباً} = \frac{W}{\text{تردد} \times ٢ \times ٣,١٤ \times (٢٢٠ \times ٢\,V)^{٢}}$$

طريقة بدء المحرك ستار – دلتا

أى محرك عند بدء تشغيله يحتاج إلى طاقة أعلى تقوى على بدء حركته من حالة السكون إلى الدوران ونتيجة لذلك عند بدء دورانه يسحب شدة تيار أعلى من التى يستهلكها أثناء الدوران وكلما إرتفعت قدرة المحرك كلما تضاعفت قيمة تيار البدء. وتحسب مساحة مقطع السلك الذى سيلف به المحرك على أساس قيمة تيار المحرك وهو دائر بالحمل وليس قيمة تيار البدء والتى تصل بعض الأحيان إلى أكثر من خمسة أضعاف.

ولذلك فى المحركات ذات القدرات العالية توجد عدة طرق لبدء تشغيلها حتى لايبدأ بكل قدرته وبالتالى يسحب تيار أعلى بكثير من الذى يتحمله السلك. ومن أكثر هذه الطرق هى بدء المحرك ستار–دلتا. ولتنفيذ هذه الدائرة يجب أن يكون فولت المصدر الذى سيعمل عليه المحرك مساوياً لفولت المحرك وهو يعمل على توصيلة دلتا. على سبيل المثال إذا كان المحرك يعمل على ٣٨٠/٦٦٠ Δλ ومصدر التيار يساوى ٣٨٠

فولت. وبواسطة مفتاح ستار-دلتا أو دائرة تحكم يبدأ المحرك على توصيله ستار فيعمل المحرك بنصف قدرته تقريباً لأنه على توصيلة ستار محتاج إلى ٦٦٠ فولت. وهو متصل الآن ٣٨٠ فولت فقط وبالتالى عند بدء دورانه سيسحب شدة تيار أقل من شدة التيار التى كان سيستهلكها إذا بدأ بقدرته كاملة. ولكن لا يمكن تحميل المحرك حمل كامل أثناءفترة دورانه ستار فكما علمنا فهو يعمل الآن بنصف قدرته . ولذلك فأثناء دورانه وبعد أن يأخذ سرعته كاملة وبواسطة المفتاح أو دائرة التحكم يتغير إلى توصيلة دلتا فيعمل بكامل قدرته وفى نفس الوقت لن يسحب شدة تيار بدء عالية لانه غير الى دلتا أثناء الدوران.

ونوضح ذلك بهذا المثال

محرك ٥٠ حصان ٣٨٠/٦٦٠ فولت λΔ ٧٥/٤٣ أمبير

إذا بدأ هذا المحرك بمصدر تيار ٣٨٠ فولت على توصيلة دلتا. فسيعمل بكامل قدرته ولكنه سيستهلك تيار بدء عالى فى حدود ٤٥٠ أمبير.

أما إذا تم توصيله أولاً λ بنفس فولت المصدر ٣٨٠ فسيعمل المحرك بأقل من قدرته أى حوالى ٢٥ حصان ولكنه سيستهلك شدة تيار بدء أقل بكثير (فى حدود ١٥٠ أمبير) ويقل تدريجياً حتى يصل إلى ٣٠ أمبير تقريباً وهى شدة تيار المحرك وهو يعمل λ بأقل من الفولت المطلوب فكما قلنا ليعمل المحرك λ بقدرته كاملة يجب أن يوصل بمصدر قيمته ٦٦٠ فولت ولكنه الآن متصل بمصدر ٣٨٠ فولت فقط فتنخفض قدرته وتنخفض أيضا شدة تياره. وبعد ذلك وأثناء دورانه يغير إلى دلتا ولحظة تغييرة إلى دلتا يسحب شدة تيار أكثر بقليل من شدة تيار دلتا الطبيعة لأنه الآن لن يحتاج إلى أن يبدأمن دورانه فهو طبيعى فى حالة دوران. ثم يعود فى لحظة إلى تيار دلتا الطبيعى وهو ٧٥ أمبير. وبالطبع عند دورانه دلتا تكون قدرته كاملة. وبهذا نكون قد تلافينا شدة تيار البدء ذات القيمة العالية التى يمكن بسببها حرق الموتور حتى لو أنها تستمر عدة ثوان فقط.

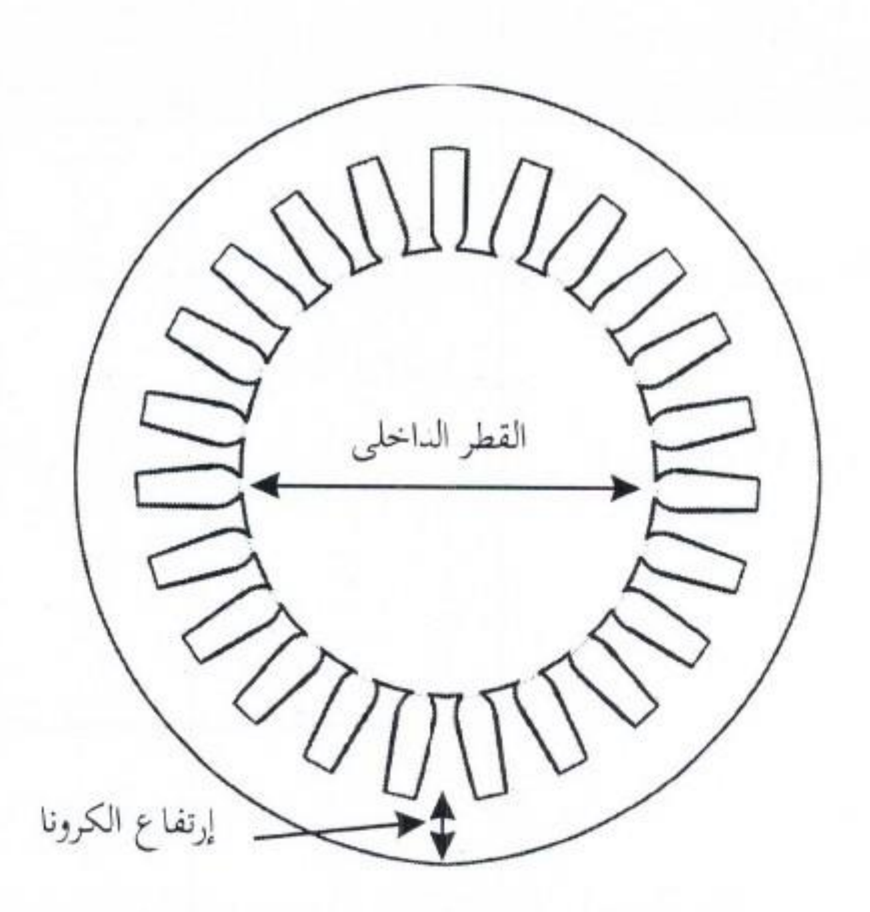
القوانين الخاصة بحسابات محركات الثلاثة أوجه

عادة عند اعادة لف أى محرك تؤخذ بياناته القديمة ويعاد بنفس الطريقة وبنفس عدد اللفات وسمك السلك. ولكن فى بعض الأحيان تحتاج إلى عمل حسابات جديدة فمثلاً إذا كان المحرك قد أعيد لفه قبلاً ولم يعمل سوى فترة قصيرة وبعدها أحترق. صحيح من الممكن أن تكون بيانات اللف سليمة وأحترق نتيجة خطأ خارجى أو الخامات المستخدمة فى اللف غير جيدة هذه الأشياء من الممكن أن تكون سبباً فى حرق المحرك حتى لو كانت بياناته كعدد لفات وسمك سلك سليمة. ولكن من الممكن أن يكون الخطأ أيضاً فى البيانات.

ولذلك إذا كان هناك شك فى صحة بيانات اللف فمن الممكن تطبيق القوانين الخاصة بالحسابات. مع ملاحظة أنه فى بعض الحسابات وخاصةً بالنسبة لإيجاد القدرة أو سمك السلك. ليست مجرد قوانين تطبق وتضع مكانها أرقاماً فالحسابات تختلف من محرك إلى آخر تبعاً لنوعية سبيكة الشرائح. أو لقيمة عزل الخامات المستخدمة. أو لفترات التشغيل أو طرق البدء كل هذه العوامل تجعلك تجد محركين بنفس القدرة والسرعة وشدة التيار ولكن كل منهم مختلف عن الآخر فى مساحة مقطع السلك أو عدد اللفات أو حجم المحرك. والقوانين التى سنستخدمها فى حسابات المحرك الثلاث أوجه تعتبر أدق وأبسط القوانين. ولكن أكرر أن تطبيق القوانين فى بعض الحسابات يحتاج إلى شئ من الخبرة. لذلك إن كنت تريد الاستفادة الحقيقية من هذه الحسابات فعند إعادة لف أى محرك حتى لو كان لفه الأصلى ولم يعبث به أحد وحتى لو أنك ستعيد اللف طبقاً للبيانات الموجودة تماماً. حاول أن تطبق القوانين الخاصة بالحسابات وفى النهاية قارن ناتج الحسابات والبيانات الأصلية ومدى تطابقها أو أختلافها مع البيانات الموجودة.

أولا: بالنسبة لحساب عدد الأقطاب

يجب أن تعلم أولاً أنه كلما قل عدد الأقطاب . وزادت سرعة خطوط المجال يجب أن يقابلها زيادة فى مساحة شرائح الجسم الثابت وتتمثل هذه الزيادة فى إرتفاع الكرونا للشريحة فالمحرك ٢ قطب تجد أن سمك الشرائح من أسفل وحتى أو المجرى أكبر منه فى محرك ٤ قطب أو ٦ قطب وهكذا . ولذلك إذا كان هناك محرك مثلاً ٤ قطب وعند إعادة لفه صمم على ٢ قطب فإن الزيادة فى سرعة المجال لن يقابلها مساحة شرائح مناسبة لهذه السرعة وبالتالى سيعمل المحرك بسرعة ٢ قطب ولكن سترتفع درجة حرارته خاصة عند التحميل . والعكس إذا تم إعادة لف محرك ٢ قطب على أساس ٤ قطب فسيعمل المحرك بقدرة أقل فإذا تم تحميله على أساس تقريباً نصف قدرته الأصلية عندما كان يعمل ٢ قطب فلن يحدث شيئاً وبالطبع إذا تم تحميله بحمله كامل سيحترق .



وفى حالة إذا كان المحرك فارغ أى بدون الأسلاك وأيضا لوحة بياناته مفقودة. وتريد معرفة لأى عدد من الأقطاب صممت شرائح ذلك المحرك: يقاس القطر الداخلى لشرائح الجسم الثابت وارتفاع الكرونا بالملم ثم أقسم:

$$\frac{\text{ارتفاع الكرونا}}{\text{القطر الداخلى}}$$

وتبعاً لجدول الأقطاب أبحث عن الناتج محصور بين أى رقمين فمثلا إذا كان الناتج قيمته بين الرقم ٠,٢٠٠ والرقم ٠,٣٢٠ تكون مساحة الشرائح صالحة لتصميم المحرك ٢ قطب.

عدد الأقطاب	٢	٤	٦	٨
ناتج ارتفاع الكرونا / القطر الداخلى	٠,٢٠٠ ٠,٣٢٠	٠,١٣٠ ٠,١٧٠	٠,٠٩٠ ٠,١٢٠	٠,٠٨٠ ٠,٠٩٥

مثـــال:

محرك ارتفاع الكرونا فيه = ١٨ ملم والقطر الداخلى للجسم الثابت ١٣٠ ملم

$$\frac{١٨}{١٣٠} = ٠,١٣٨ \text{ ملم}$$

وبالنظر إلى الجدول سنجد هذا الرقم محصور بين الرقمين ٠,١٣٠ و ٠,١٧٠ أى ٤ قطب.

ثانياً: بالنسبة لحساب عدد اللفات

لإيجاد عدد لفات محرك ٣ فاز يجب معرفة الآتى:

١ - فرق جهد المحرك الذى سيعمل عليه وهو على توصيلة دلتا.

٢ – نصف عدد الأقطاب.

٣– طول المجرى لشرائح الجسم الثابت بالمتر

٤ – القطر الداخلى لشرائح الجسم الثابت بالمتر

٥– عدد مجارى ١ فاز

٦– رقم ثابت

٧– معامل اللف

٨– معامل القدرة المغناطيسية

ثم استخدم القانون الآتى:

عدد لفات الملف =

$$\frac{\text{فرق جهد دلتا} \times \frac{1}{2} \text{ عدد الأقطاب}}{\text{طول المجرى بالمتر} \times \text{القطر الداخلى بالمتر} \times \text{عدد مجارى ١ فاز} \times \text{رقم ثابت} \times \text{معامل اللف} \times \text{معامل القدرة المغناطيسية}}$$

وعند تطبيق هذا القانون ستجد الخمس نقاط الأولى معلومة ومتوفرة. أما الثلاث نقاط الباقية وهى الرقم الثابت ومعامل اللف ومعامل القدرة المغناطيسية فسنستخرج كل منهما على حدى بسهولة من الجدول الخاص بها.

أ- جدول الرقم الثابت

عدد الأقطاب	٢	٤	٦	٨	١٠	١٢
الرقم الثابت	١١٣,٥	١١٤	١١٤,٥	١١٥	١١٦	١١٧

أى إذا كان المحرك ٢ قطب فستأخذ الرقم ١١٣,٥ أو إذا كان ٤ قطب فستكتب مكان الرقم الثابت ١١٤ وهكذا.

ب: جدول معامل اللف

إن رقم معامل اللف يتبع عدد المجارى والأقطاب والخطوة فمثلاً من الممكن تقسيم محرك ٢٤ مجرى/٤ قطب بطريقة متداخلة وفى هذه الحالة ستكون خطوة اللف ١ : ٦–٨ أما إذا تم تقسيم نفس المحرك بطريقة ذات الجناحين مثلاً فستصبح خطوة اللف ١ : ٦ فقط أى أنك صغرت عدة ملفات فلو أنك أخرجت ملف ١ : ٨ وأعادت لف نفس الملف ولكن بخطوة ١–٦ فبالطبع عدد لفات الملف ١ : ٦ سيزيد عما كان عليه عندما كان ملفوف بخطوة ١ : ٨ والعكس صحيح. ونسبة اللفات التى تزيد إذا صغرت الخطوة أو تقل إذا كبرت الخطوة يحددها معامل اللف . ولذلك وخاصةً فى المحركات ذات القدرات العالية إذا بدلت طريقة اللف وبالتالى الخطوة يجب أن تعيد حساباتك على أساس خطوة اللف الجديدة وقد أستخرجنا معامل اللف لكل دائرة من دوائر المحركات السابقة بالثلاث طرق وكتب أسفلها. وهنا سنضع الجداول الخاصة بمعامل اللف إذا كانت الخطوة متداخلة أو ثابتة. ومن الممكن تقدير معامل اللف ما بين ٠,٨٠ الى ٠,٩٦ فى المتوسط فى حالة عدم توفر الجداول. أو فى المحركات الصغيرة التى لا تحتاج الى دقة معامل اللف . (جدول معامل اللف صـ ٧٧ و ٧٨)

جـ- جدول معامل القدرة المغناطيسية

	طول القطب	٦ : ٨	١٠	١٤	١٨	٢٢	٢٤	٢٦	٢٨	٣٠
عدد الأقطاب	٢	٠,٨٣	٠,٨٢	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٩	٠,٧٨	٠,٧٧	٠,٧٦	٠,٧٥
	٤	٠,٨٥	٠,٨٤	٠,٨٣	٠,٨٢	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٩	٠,٧٨	٠,٧٧
	٦:١٢	٠,٩٠	٠,٨٩	٠,٨٨	٠,٨٧	٠,٨٦	٠,٨٥	٠,٨٤	٠,٨٣	٠,٨٢

ولإستخراج معامل القدرة المغناطيسية من هذا الجدول يجب أولاً معرفة طول القطب بالقانون الآتى:

$$\text{طول القطب} = \frac{\text{القطر الداخلى} \times ٣,١٤}{\text{عدد الأقطاب}}$$

جدول معامل اللف
لمحركات بخطوة متداخلة

الأقطاب	المجارى	الخطوة	معامل اللف
٢	٢٤	١ : ١٠ – ١٢	٠,٩٥٨
٢	٣٦	١ : ١٤ – ١٦ – ١٨	٠,٩٥٦
٤	٢٤	١ : ٦ – ٨	٠,٩٦٦
٤	٣٠	١ : ٦ – ٨ – ١٠	٠,٩٥٢
٤	٣٦	١ : ٨ – ١٠ – ١٢	٠,٩٦٠
٤	٤٨	١ : ١٠ – ١٢ – ١٤ – ١٦	٠,٩٥٨
٦	٣٦	١ : ٦ – ٨	٠,٩٦٦
٦	٥٤	١ : ٨ – ١٠ – ١٢	٠,٩٦٠
٨	٣٦	١ : ٤ – ٦	٠,٩٤٦
٨	٤٨	١ : ٦ – ٨	٠,٩٥٦
٨	٦٠	١ : ٦ – ٨ – ١٠	٠,٩٥٢
٨	٧٢	١ : ٨–١٠–١٢	٠,٩٦٠
١٠	٦٠	١ : ٦ – ٨	٠,٩٦٦

جدول معامل اللف
لمحركات بخطوة ثابتة

الأقطاب	٢	٤	٦	٨	الخطوة	معامل اللف	الخطوة	معامل اللف
	١٢	٢٤	٣٦	٤٨	١ : ٥	٠,٨٣٧	١ – ٧	٠,٩٦٦
					١ : ٦	٠,٩٣٤		
	١٨	٣٦	٥٤	٧٢	١ : ٧	٠,٨٣٢	١ : ٩	٠,٩٤٥
					١ : ٨	٠,٩٠٢	١ : ١٠	٠,٩٦
	٢٤	٤٨	٧٢	٩٦	١ : ٨	٠,٧٦	١ : ١١	٠,٩٢٦
					١ : ٩	٠,٨٣	١ : ١٢	٠,٩٤٦
					١ : ١٠	٠,٨٨٥	١ : ١٣	٠,٩٥٨
	٣٠	٦٠	٩٠		١ : ٩	٠,٧١	١ : ١٣	٠,٩١
					١ : ١٠	٠,٧٧٤	١ : ١٤	٠,٩٣٥
					١ : ١١	٠,٨٢٩	١ : ١٥	٠,٩٤٧
					١ : ١٢	٠,٨٧٤	١ : ١٦	٠,٩٥٧
	٣٦	٧٢			١ : ١٢	٠,٧٨٣	١ : ١٦	٠,٩٢٣
					١ : ١٣	٠,٨٢٩	١ : ١٧	٠,٩٤٢
					١ : ١٤	٠,٨٦٦	١ : ١٨	٠,٩٤٧
					١ : ١٥	٠,٨٩٨	١ : ١٩	٠,٩٥٦
	٤٨	٩٦			١ : ١٦	٠,٧٩٤	١ : ٢٠	٠,٩٠٢
					١ : ١٧	٠,٨٢٧	١ : ٢١	٠,٩٢٣
					١ : ١٨	٠,٨٥٦	١ : ٢٢	٠,٩٤٤
					١ : ١٩	٠,٨٨١	١ : ٢٣	٠,٩٧٧

مثـــال : لإستخراج معامل القدرة المغناطيسية

محرك ٤ قطب القطر الداخلى لشرائح الجسم الثابت = ٨ سم

$$\text{طول القطب} = \frac{٣,١٤ \times ٨}{٤} = ٦,٢٨ \text{ سم}$$

ومن الجدول فى خط ٤ قطب ستجد أن معامل القدرة المغناطيسية لهذا الطول هو ٠,٨٥

مثال كامل لحساب عدد لفات محرك

محرك ٣ فاز ٣٦ مجرى/٤قطب متداخل ١ : ٨-١٠-١٢ يعمل بجهد ٣٨٠/٢٢٠ فولت $\Delta\lambda$ طول المجرى ٦,٥سم والقطر الداخلى ٩سم

بتطبيق القانون:

$$\frac{\text{فرق جهد دلتا} \times \frac{1}{2}\ \text{عدد الأقطاب}}{\text{طول المجرى بالمتر} \times \text{القطر الداخلى بالمتر} \times \text{عدد مجارى ١ فاز} \times \text{رقم ثابت} \times \text{معامل اللف} \times \text{معامل القدرة المغناطيسية}}$$

فرق جهد دلتا	٢٢٠ فولت
$\frac{1}{2}$ عدد الأقطاب	٢ قطب
طول المجرى بالمتر	,٠٦٥ متر
القطر الداخلى بالمتر	٠,٠٩ متر
عدد مجارى ١ فاز	١٢ مجرى
الرقم الثابت من الجدول	١١٤
معامل اللف من الجدول	٠,٩٦
معامل القدرة المغناطيسية	٠,٨٥

ويجب أن تحسب طول القطب أولاً $\frac{٣,١٤ \times ٨}{٤}$ = ٧سم ومن الجدول فى خط ٤ قطب سنجد أن معامل القدرة المغناطيسية = ٠,٨٥.

تطبيق القانون بالأرقام :

$$\frac{٢ \times ٢٢٠}{٠,٨٥ \times ٠,٩٦ \times ١١٤ \times ١٢ \times ٠,٠٩ \times ٠,٠٦٥}$$

عدد لفات الملف الواحد = $\frac{٤٤٠}{٦,٥٣}$ = ٦٧,٣٧ لفة

إذا عدد لفات الملف الواحد لهذا المحرك ٦٨ لفة

ملحوظة :

فى حالة لف المحرك بطريقة جانبان بالمجرى يقسم ناتج عدد لفات الملف ÷ ٢ حيث أن ناتج القانون يعطى عدد اللفات الموجود بالمجرى. وطريقة لف جانبان بالمجرى كما نعلم يوجد بالمجرى الواحدة جانبان لملفان مختلفان.

ثالثاً: بالنسبة لحساب مساحة مقطع السلك

مساحة مقطع السلك تتناسب مع شدة التيار تناسباً طردياً أى أنه كلما أرتفعت شدة التيار كلما زادت مساحة مقطع السلك.

كذلك عدد اللفات يتناسب طردياً مع فرق الجهد فكلما زاد فرق الجهد كلما زادت عدد اللفات وليس لعدد اللفات علاقة مباشرة بشدة التيار. ولامساحة مقطع السلك لها أى علاقة بفرق الجهد ولذلك لا يجوز التعويض بين الاثنين أى مثلاً تخفض فى عدد اللفات وتزيد من مساحة السلك أو العكس.

وقبل أن نبدأ فى حساب مساحة مقطع السلك يجب أن تعلم أن هناك فرق بين مساحة المقطع وبين القطر. فقطر السلك هو الذى يقاس بالميكرومتر ووحدة قياسه ديزيم أو ملم. أما مساحة المقطع فلا تقاس ولكنها تحسب ووحدة قياسها ديزيم مربع أو ملم٢. ودائما شدة التيار مرتبطة بمساحة مقطع السلك وليس القطر فدائما عند حساب السلك أو تغيير سلك مفرد إلى سلك مزدوج أو أكثر أو العكس عليك دائما التعامل مع مساحة المقطع وليس القطر فمثلاً إذا كان لديك محرك ملفوف بسلك مفرد ١٠ ديزيم وستعيد لفه بسلك مزدوج فلا تأتى بسلكين ٥ ديزيم لأن ١٠ ديزيم أو ٥ ديزيم التى تقاس بالميكرومتر هى قطر السلك وليس مساحة المقطع. وبالتالى فمساحة مقطع سلكين ٥ ديزيم لا تساوى مساحة مقطع سلك ١٠ ديزيم.

وبالنسبة للمحركات فكثافة التيار التى يتحملها سلك نحاس مساحة مقطعه ١ ملم٢ تكون فى المتوسط ٦ أمبير أى أنه إذا مر تيار قيمته ٦ أمبير داخل مساحة مقطع سلك نحاس قدرها ١ ملم٢ فسيكون ارتفاع درجة حرارة السلك طفيفاً. وكلما زادت قيمة التيار داخل نفس مساحة مقطع السلك كلما أرتفعت درجة حرارته ولذلك فتحديد كثافة التيار للمليمتر المربع تتغير قيمتها من محرك إلى آخر تبعاً لعوامل كثيرة منها. طول فترات تشغيل المحرك إذا كان المحرك سيعمل بصفة مستمرة أو أنه سيعمل فترة صغيرة ويقف فترة تسمح بأنخفاض درجة حرارة السلك. أو أسلوب التبريد الخاص بهذا المحرك إذا كان بمروحة أو بدون أو كان يحتوى على وسيلة تبريد أقوى (ماء– أو زيت تبريد – أو فريون ....)

أو قيمة عزل الخامات التى سيلف بها المحرك إذا كانت قيمتها عالية أو منخفضة.

كل هذه الأشياء تؤثر فى حساب قيمة كثافة التيار. لذلك وحتى يكون لديك خبرة جيدة فى تحديد قيمة كثافة التيار. يجب أن تعلم كثافة التيار المحسوبة أصلاً لأى

محرك لديك تعيد لفه. بالقانون.

$$\text{كثافة التيار} = \frac{\text{شدة تيار المحرك فى توصيلة ستار}}{\text{مساحة مقطع السلك الكلية}}$$

ومع الوقت ستعلم لماذا حسب كثافة تيار منخفضة لهذا المحرك وعالية لمحرك آخر.

وعند حساب مساحة مقطع السلك لمحرك فأنت تعلم متوسط كثافة التيار وهى ٦ أمبير ولكن تعلم أيضاً أنه يمكن خفض أو رفع هذه القيمة تبعاً لظروف عمل المحرك.

قانون

$$\text{مساحة مقطع السلك} = \frac{\text{شدة تيار المحرك على توصيلة ستار}}{\text{متوسط كثافة التيار}}$$

ويجب أن تلاحظ أنك تحسب مساحة مقطع السلك الذى سيلف به المحرك والتيار الذى سيمر بهذا السلك هو تيار ستار. لأن فى توصيلة دلتا ترتفع شدة التيار ولكنه يوزع على سلكين وليس السلك الذى تم حسابه (راجع التوصيل الخارجى للمحرك ٣ فاز)

وناتج حساب القانون هنا هو مساحة المقطع بالملم٢ وليس القطر. وعند شراء السلك فالتعامل يكون بالديزيم ولذلك فالناتج وهو مساحة المقطع يحول الى قطر بالملم ومنه إلى ديزيم.

وللتحويل من مساحة مقطع إلى قطر

$$\text{القطر} = ٢ \times \sqrt{\frac{\text{مساحة المقطع}}{٣,١٤}}$$

وللتحويل من قطر إلى مساحة مقطع

مساحة المقطع = ٣,١٤ × $\frac{١}{٢}$ القطر تربيع

وتسهيلاً وبدلاً من حسابات التحويل من مساحة مقطع إلى قطر أو العكس. وضعنا جدول بجميع أقطار السلك وناتج مساحة مقطعها وبالتالى إذا كان معلوم القطر وتريد تحويله إلى مساحة مقطع فأبحث عنه بالجدول وستجد جانبه مساحة المقطع مباشرةً. أو العكس.

مثـــــال:

محرك ٥,٥ حصان شدة تياره وهو يعمل على توصيله ستار ٨,٧ أمبير. أحسب قطر السلك.

القانون:

مساحة مقطع السلك = $\frac{\text{شدة تيار } \lambda}{\text{متوسط كثافة التيار}}$

مساحة مقطع السلك = $\frac{٨,٧}{٦}$ = ١,٤٥ ملم٢

وبالبحث فى جدول القطر ومساحة المقطع ستجد أقرب مساحة مقطع للناتج هى ١,٤٣ ملم٢ يقابلها القطر ١,٣٥ ملم أى ١٣,٥ ديزيم

أذن القطر المستخدم لهذا المحرك هو ١٣,٥ ديزيم

من الممكن استخدام القانون التقريبى التالى فى حالة التغيير من سلك فرد إلى سلك مزدوج

$$\frac{\text{قطر السلك المفرد} \times ١,٤}{٢}$$

جدول قطر ومساحة مقطع السلك

بدون عازل

القطر mm	المساحة mm^2	القطر mm	المساحة mm^2	القطر mm	المساحة mm^2
0.1	0.0078	1.6	2.010	4.3	14.522
0.15	0.0176	1.65	2.138	4.4	15.205
0.2	0.0314	1.7	2.269	4.5	15.904
0.25	0.0490	1.75	2.405	4.6	16.619
0.3	0.0706	1.8	2.544	4.7	17.349
0.35	0.0962	1.85	2.688	4.8	18.096
0.4	0.125	1.9	2.835	4.9	18.857
0.45	0.159	2.0	3.141	5.0	19.635
0.5	0.196	2.1	3.463	5.1	20.428
0.55	0.237	2.2	3.801	5.2	21.237
0.6	0.282	2.3	4.154	5.3	22.062
0.65	0.331	2.4	4.523	5.4	22.922
0.7	0.384	2.5	4.908	5.5	23.758
0.75	0.441	2.6	5.309	5.6	24.630
0.8	0.502	2.7	5.725	5.7	25.518
0.85	0.567	2.8	6.157	5.8	26.421
0.9	0.636	2.9	6.605	5.9	27.340
0.95	0.708	3.0	7.068	6.0	28.274
1.0	0.785	3.1	7.547	6.1	29.225
1.05	0.865	3.2	8.042	6.2	30.191
1.1	0.950	3.3	8.553	6.3	31.172
1.15	1.038	3.4	9.079	6.4	32.170
1.2	1.131	3.5	9.621	6.5	33.183
1.25	1.227	3.6	10.179	6.6	34.212
1.3	1.327	3.7	10.752	6.7	35.257
1.35	1.431	3.8	11.341	6.8	36.317
1.4	1.539	3.9	11.946	6.9	37.393
1.45	1.651	4.0	12.566	7.0	38.485
1.5	1.767	4.1	13.203	7.1	39.592
1.55	1.880	4.2	13.854	7.2	40.715

للتغيير من سلكين إلى سلك مفرد

قطر السلك × ١,٤

للتغيير من سلك مفرد إلي ٤ أسلاك

قطر السلك × $\frac{١}{٢}$

للتغيير من ٤ أسلاك إلى سلك مفرد

قطر السلك × ٢

ولكن باستخدام جدول قطر ومساحة مقطع السلك يمكنك التحكم فى تغيير الأسلاك بأى أعداد حتى لو كانوا غير متساوين فى القطر كما سنرى.

توازى الأسلاك

كلما أرتفعت قدرة المحرك كلما أرتفعت قيمة شدة التيار وبالتالى ترتفع قيمة مساحة مقطع السلك وتبعاً لضيق فتحة المجرى من أعلى سيصعب إدخال سلك بقطر أكبر من المناسب. وكذلك عند تطبيع الملف كلما زاد قطر السلك الملفوف به كلما زادت صعوبة تطبيعه.

وتفادياً لهذا تلف ملفات المحرك بعدة أسلاك رفيعة نسبياً بحيث يكون مجموع مساحة مقطع هذه الأسلاك الرفيعة معاً مساوياً لمساحة مقطع السلك المطلوب. ومن الممكن تحويل محرك ملفوف بسلك مفرد إلى أكثر أو العكس.

وستجد عند إعادة اللف أنه أفضل وأسهل أن يلف المحرك بعدة أسلاك توازى رفيعة بدلاً من أن يلف بعدد أسلاك أقل ولكن قطرها أكبر.

وتوجد طريقتان لتوازى الأسلاك..

أ- توازى داخلى

ب- توازى خارجى

أولاً: بالنسبة للتوازى الداخلى وهو يعنى أنك تلف ملفات المحرك بسلكين معاً (أو أكثر) ولكن لا يتغير التوصيل. كل ما هناك أنه عند توصيل المجموعات بدلاً من لحام سلك واحد مع سلك آخر. يلحم سلكين معاً مع سلكين آخرين وفى مثل هذه المحركات التى تلف بتوازى داخلى فقط ستجد أن الأطراف الست النهائية كل طرف يحتوى على نفس عدد الأسلاك الملفوف به الملف. أى أنه إذا كانت بداية المجموعة بها سلكين فكذلك ستجد بداية الفاز به سلكين أيضاً وفى هذه الحالة إذا كانت المجرى تحتوى على ٥٠ سلكة مثلاً فعدد اللفات هنا ليس ٥٠ لفة ولكنه ٢٥ لفة بسلكين توازى . وإن كنت تريد تحويل السلكين لتعيد لف المحرك بسلك واحد فقط (هذا لا يفضل كثيراً) فأحسب مساحة مقطع كل سلكة على حدة لأنه لا يشترط عند اللف بسلكين أو أكثر أن يكون أقطارهم متساوية. ويفضل أن تكون أقطار الأسلاك المتوازية متساوية أو متقاربة . ثم ابحث فى الجدول عن قطر سلك مساحة مقطعه تساوى مجموع مساحة مقطع السلكين معاً . على سبيل المثال إذا كان محرك ملفوف .

بسلكين قطر الأول ٩ ديزيم وقطر الثانى ٨,٥ ديزيم ونريد لفه بسلك فرد . فابستخدام جدول قطر ومساحة مقطع السلك . القطر الأول ٠,٩ ملم مساحة مقطعه تساوى ٠,٦٣٦ القطر الثانى ٠,٨٥ ملم مساحة مقطعه تساوى ٠,٥٦٧

مجموع مساحة المقطع الكلية = مساحة مقطع الأول + مساحة مقطع الثانى

= ٠,٦٣٦ + ٠,٥٦٧ = ١,٢٠٣

إذن مساحة المقطع الكلية = ١,٢٠٣ ملم٢

وبالنظر إلى الجدول سنجد أن أقرب مساحة مقطع لهذه القيمة هى ١,٢٢٧ ملم٢ ويقابلها القطر ١,٢٥ ملم أى أنه بدلاً من السلكين ٩ ديزيم و٨,٥ ديزيم يلف المحرك بسلك مفرد ١٢,٥ ديزيم.

ويلف بنفس عدد اللفات الأصلى وليس عدد الأسلاك الموجود بالمجرى فكما قلنا إذا كان بالمجرى ٥٠ سلكة والمحرك ملفوف بسلكين فمعنى هذا أن عدد اللفات يساوى ٢٥ لفة وبالتالى سيلف المحرك ٢٥ لفة بسلك مفرد ١٢,٥ ديزيم.

والعكس إذا كان المحرك ملفوف بسلك مفرد ١٢,٥ ديزيم وتريد إعادة لفه بسلكين توازى. فبإستخدام الجدول ستجد أن القطر ١,٢٥ ملم مساحة مقطعه هى ١,٢٢٧ ملم٢ ومن الممكن فى هذه الحالة إختيار أى عدد من أقطار السلك بحيث يكون مجموع مساحة مقطع هذه الأقطار يساوى مساحة المقطع الأصلية وهى ١,٢٢٧ ملم٢. فإذا كان المراد اللف بسلكين فبالنظر إلى الجدول ستجد أنك من الممكن أن تأخذ مساحة المقطع ٠,٥٦٧ وقطرها هو ٠,٨٥ ملم+مساحة المقطع ٠,٦٣٦ وقطرها هو ٠,٩ ملم

ومجموعهم يساوى ١,٢٠٣ ملم٢ وهى أقرب مساحة مقطع للمساحة المطلوبة وهى ١,٢٢٧ ملم٢.

أى من الممكن إعادة لف هذا المحرك بسلكين توازى ٩ ديزيم+٨,٥ ديزيم بدلاً من سلك واحد ١٢,٥ ديزيم.

إذا وبهذا الأسلوب يمكنك ليس فقط تغيير سلك إلى سلكين أو سلكين إلى سلك واحد. بل من الممكن تغيير أى عدد من الأسلاك إلى عدد أكبر أو أقل. بأسلاك متساوية أو غير متساوية. المهم تأكد دائماً أنك تحصل فى النهاية على نفس مساحة المقطع الكلية الملفوف أو التى يجب لف المحرك بها.

ثانيا: بالنسبة للتوازى الخارجى

كما تحدثنا أنه عندما تكون مساحة مقطع السلك كبيرة تقسم على عدة أسلاك رفيعة تساوى مساحة المقطع الكلية . وعندما تكون مساحة المقطع الكلية كبيرة جداً فتقسيمها على عدد اسلاك قليل فسيكون الناتج أيضاً سلك سميك نسبياً ولذلك من الممكن أن تقسم مساحة مقطع السلك الأصلية على ٢٠ أو ٥٠ سلكة أو أكثر وبالتالى سيصعب لف الملفات لأنك ستحتاج إلى تقسيم السلك مثلاً على ٢٠ بكرة أن كنت ستلف بعشرين سلك توازى. وعند لحام التوصيلات الداخلية سيكون صعوبة أكثر حيث أنك تلحم ٢٠ سلك مع ٢٠ سلك واللحام فى محركات القدرات العالية نقطة ضعف إذا لم يلحم جيداً ويعزل جيداً ولكى يعزل جيداً فسيحتاج إلى مساحة أكبر. كل هذه الأشياء تؤدى إلى صعوبة اللف بالتوازى الداخلى فقط.

ومعنى توازى خارجى أنه عند التوصيل الداخلى سيجمع فى بداية أو نهاية كل فاز ليس بداية أو نهاية مجموعة ولكن عدد من البدايات أو النهايات لمجموعات مختلفة من نفس الفاز. وبالتالى فى حالة التوازى الخارجى سيكون عدد الأسلاك المجمعة ببداية أو نهاية الفاز تساوى ضعف أو ضعفان أو ثلاث أو أربع أضعاف عدد الأسلاك الملفوف به الملف. فعدد الأسلاك الموجود بطرف بداية مجموعة. هو عدد أسلاك التوازى الداخلى (وهو نفس عدد الأسلاك الذى يلف به الملف).

أما عدد الأطراف المجمعة فى بداية الفاز فهى عدد مرات التوازى الخارجى.

بمعنى إذا وجدت طرف المجموعة به مثلا ثلاث أسلاك أذن المحرك ملفوف بـ٣أسلاك توازى داخلى ووجدت بداية الفاز U أو أى بداية أخرى مجمعة بها ٤ أطراف من ٤ مجموعات مختلفة وبالتالى فكل طرف يحتوى على ٣ أسلاك (توازى داخلى) فيكون هذا المحرك موصل ٤ أطراف توازى خارجى وبالتالى فطرف الـ U يحتوى الآن على ١٢

سلك عبارة عن ٣ أسلاك توازى داخلى و٤ أطراف توازى خارجى.

وذلك أسهل بكثير من أن يلف المحرك بـ١٢ سلكة توازى داخلى فقط فسيحتاج فى هذه الحالة الى تقسيم السلك على ١٢ بكرة وكل لحام سيكون بين ١٢ و ١٢ سلكة فى حين أنه بالتوازى الخارجى أحتاج فقط إلى ثلاث بكرات. وبالنسبة للتوصيل لن توجد لحامات بين المجموعات ولكنه جمع ٤ أطراف من ٤ مجموعات فى لحام واحد. وأعتبره بداية أو نهاية فاز.

بحيث لا تتغير ثلاث نقاط أساسية وهى:

- **اتجاه مرور التيار داخل المجموعات**
- **مساحة المقطع الاساسية المجمعة ببداية أو نهاية أى فاز**
- **عدد اللفات الاساسى**

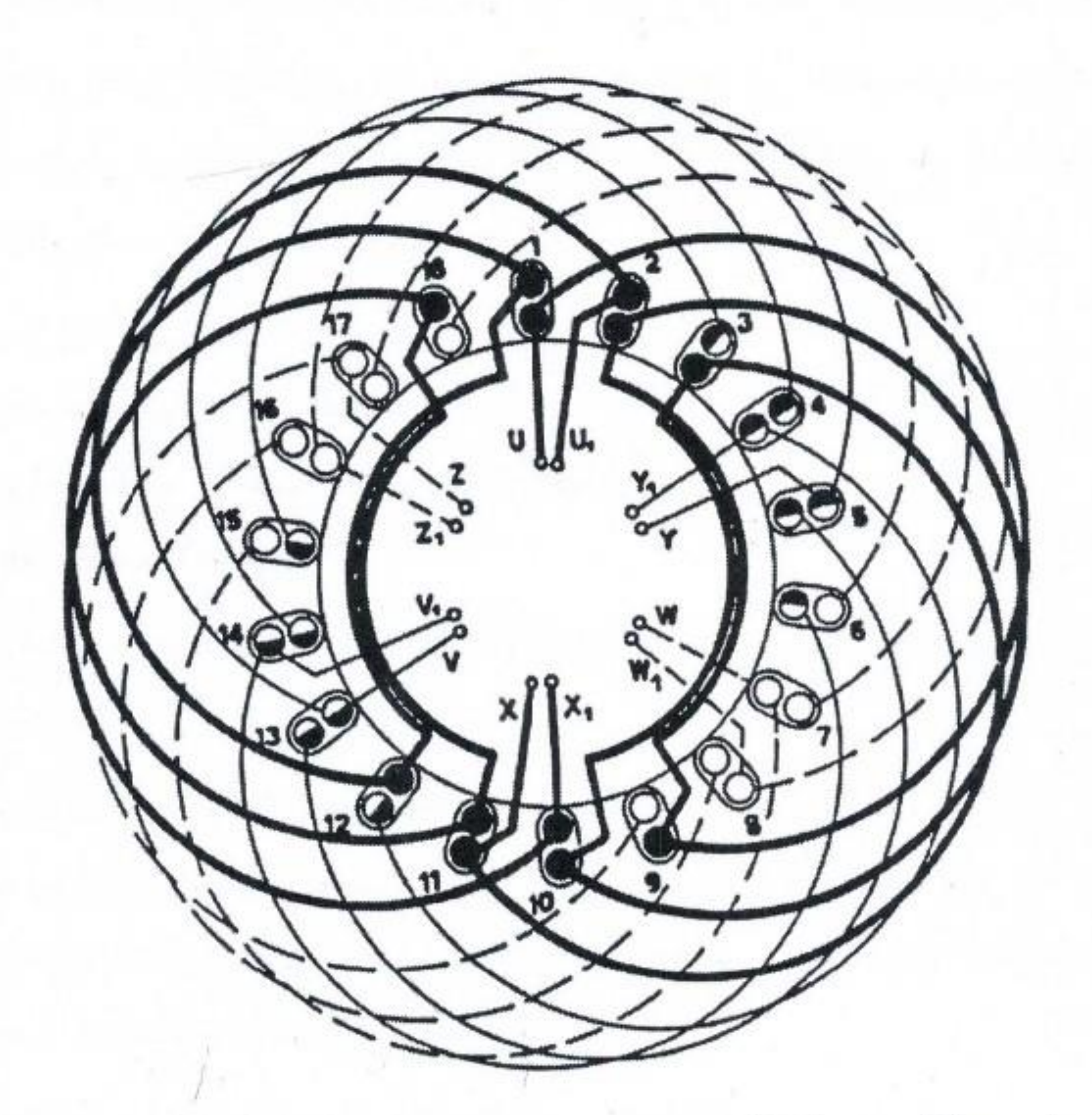
فأفعل وغير ما شئت فى لف المحرك ولكن تأكد من عدم تغيير أى نقطة من الثلاث نقاط السابقة.

ولذلك وفى دوائر التوازى الخارجى القادمة إذا تتبعت إتجاه مرور التيار داخل المجموعات ستجد أنه يخضع لنفس قوانين التوصيل الأساسية وهى إذا كانت المجموعات متجاورة يجب أن يسير التيار فى اتجاه معاكس. وإذا كانت المجموعات غير متجاورة يجب أن يسير التيار فى إتجاه واحد.

وعند لف محرك به توصيل توازى خارجى ستجد أن :

- **عدد أسلاك التوازى الداخلى التى سيلف بها الملف تساوى عدد الأسلاك الكلية المجمعة ببداية أى فاز÷ عدد أطراف التوازى الخارجى.**
- **وعدد اللفات الذى يلف به الملف = عدد اللفات الأساسى × عدد أطراف التوازى الخارجى.**
- **عدد اللفات الأساسى = عدد الأسلاك داخل المجرى ÷ عدد الأسلاك المجمعة فى بداية أى فاز**

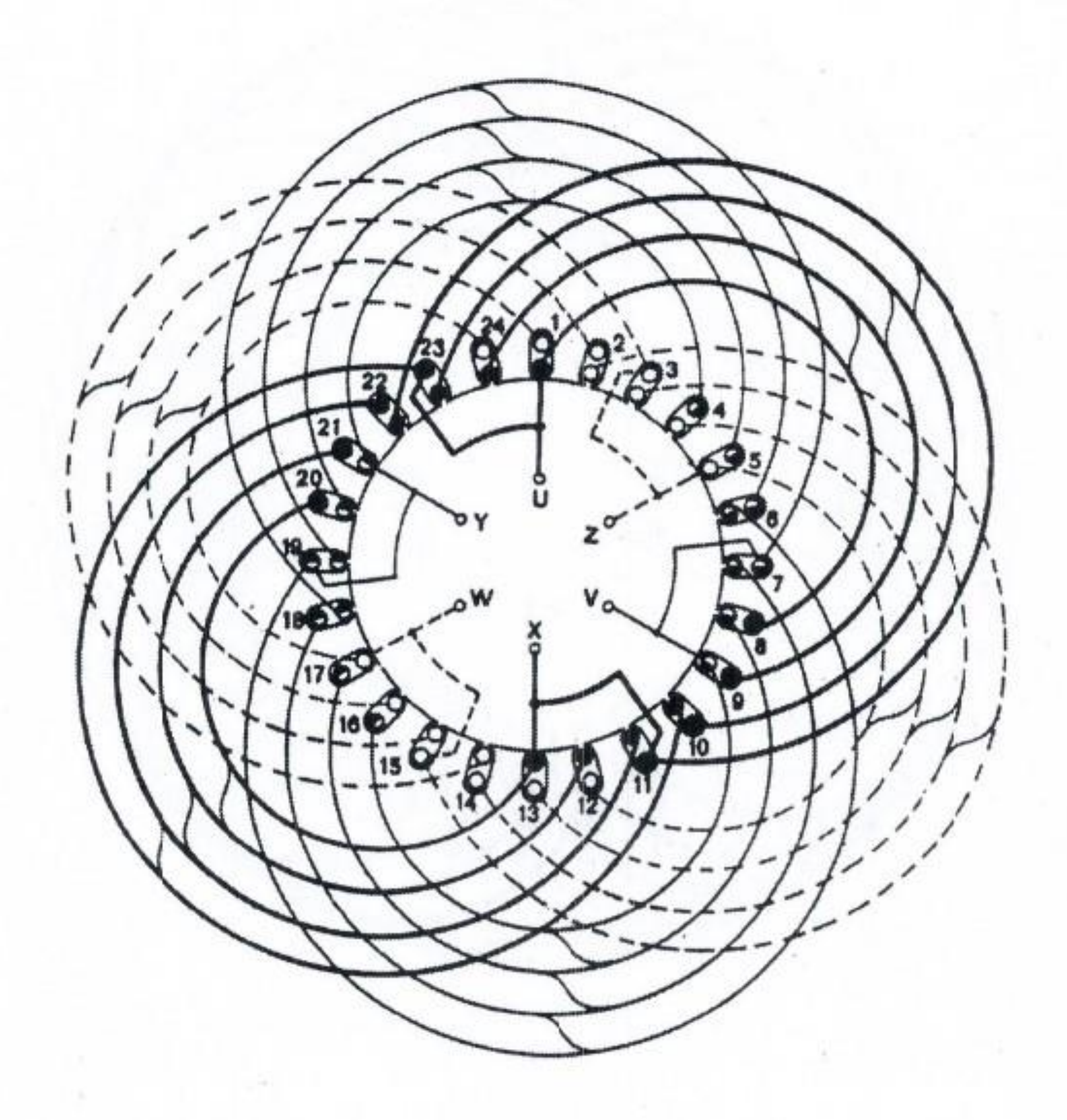
محــرك ١٨ مجرى/٢ قطب
طرفين توازى خارجى



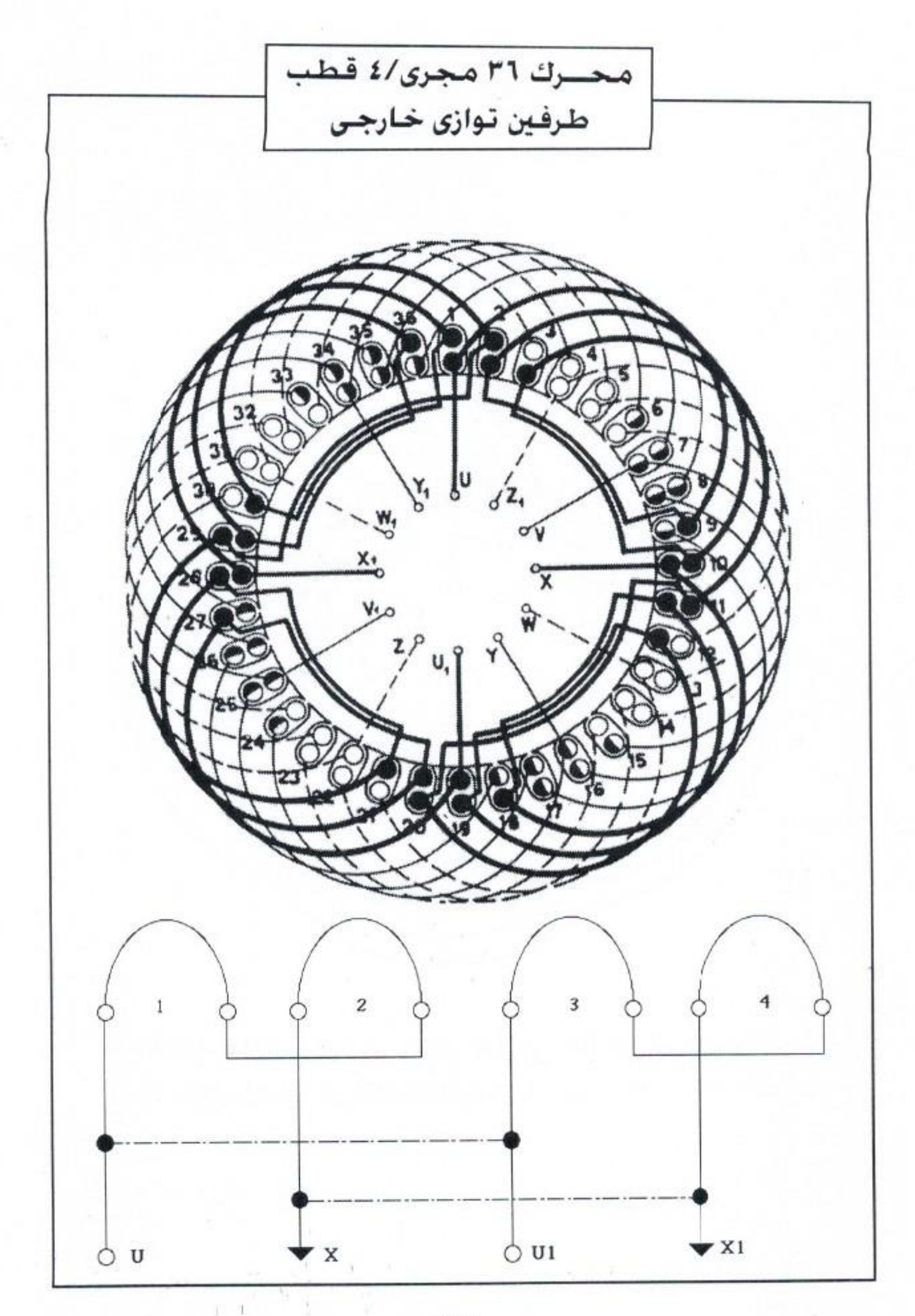
مثال بالأرقام لهذا المحرك

عدد اللفات الأساس = ١٥ لفة – إتجاه التيار المعاكس
مساحة المقطع الأساسية = مساحة سلكين ١٢ ديزيم
وبالتوازي الخارجى بدلاً من لف ١٥ لفة بسلكين ١٢ ديزيم لف ٣٠ لفة بسلك واحد ١٢ ديزيم. وعند التوصيل جمع U و U1 وأعتبرهم بداية فاز و X مع X1 نهاية الفاز

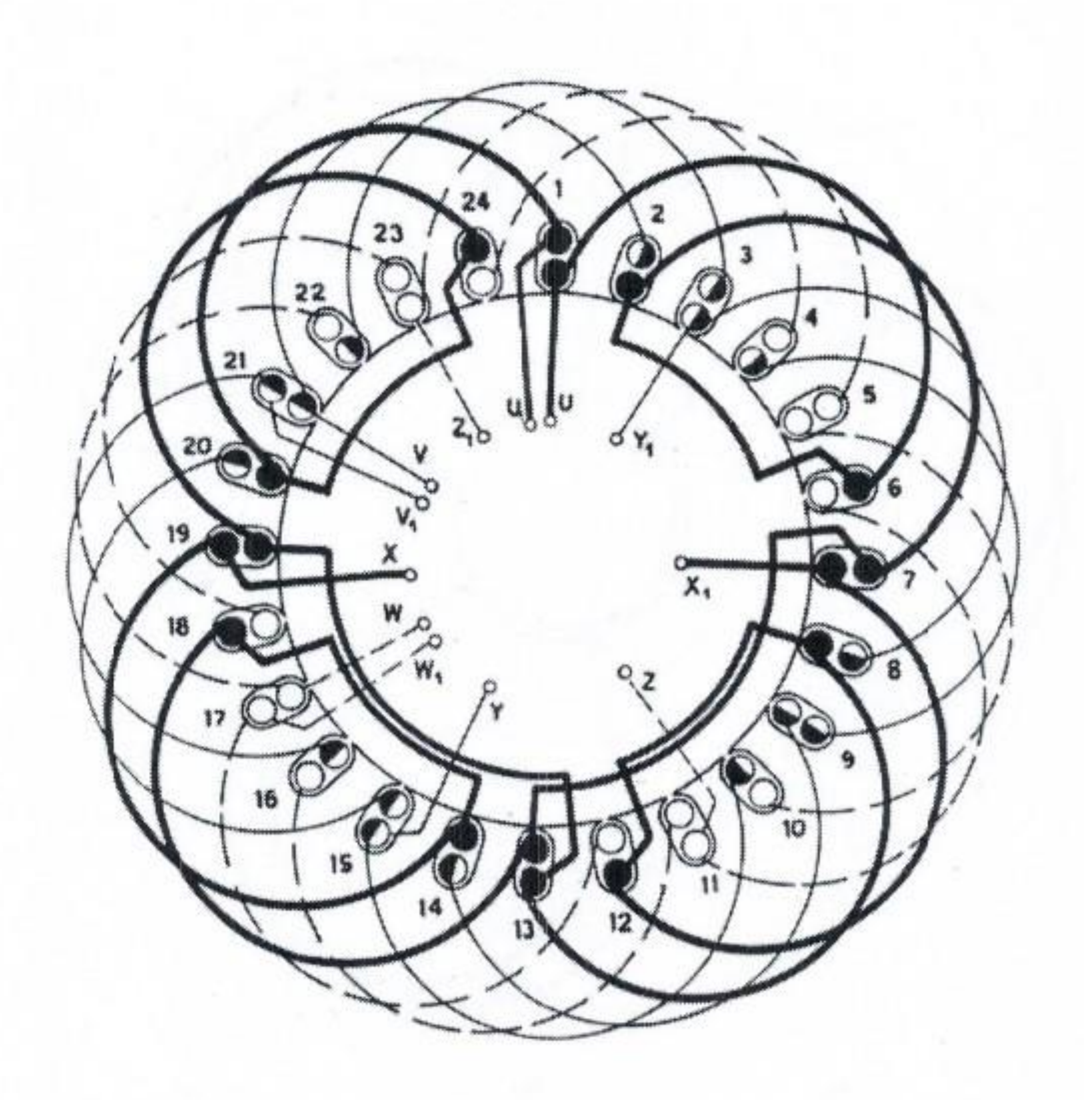
محـــرك ٢٤ مجرى/٢ قطب
طرفين توازى خارجى



هذه الدائرة بها توصيل طرفين توازى خارجى كالدائرة السابقة ولكن هنا جانبان بالمجرى بخطوة غير ثابتة فالخطوة هنا ١ : ٨ – ١٠ – ١٢ – ١٤

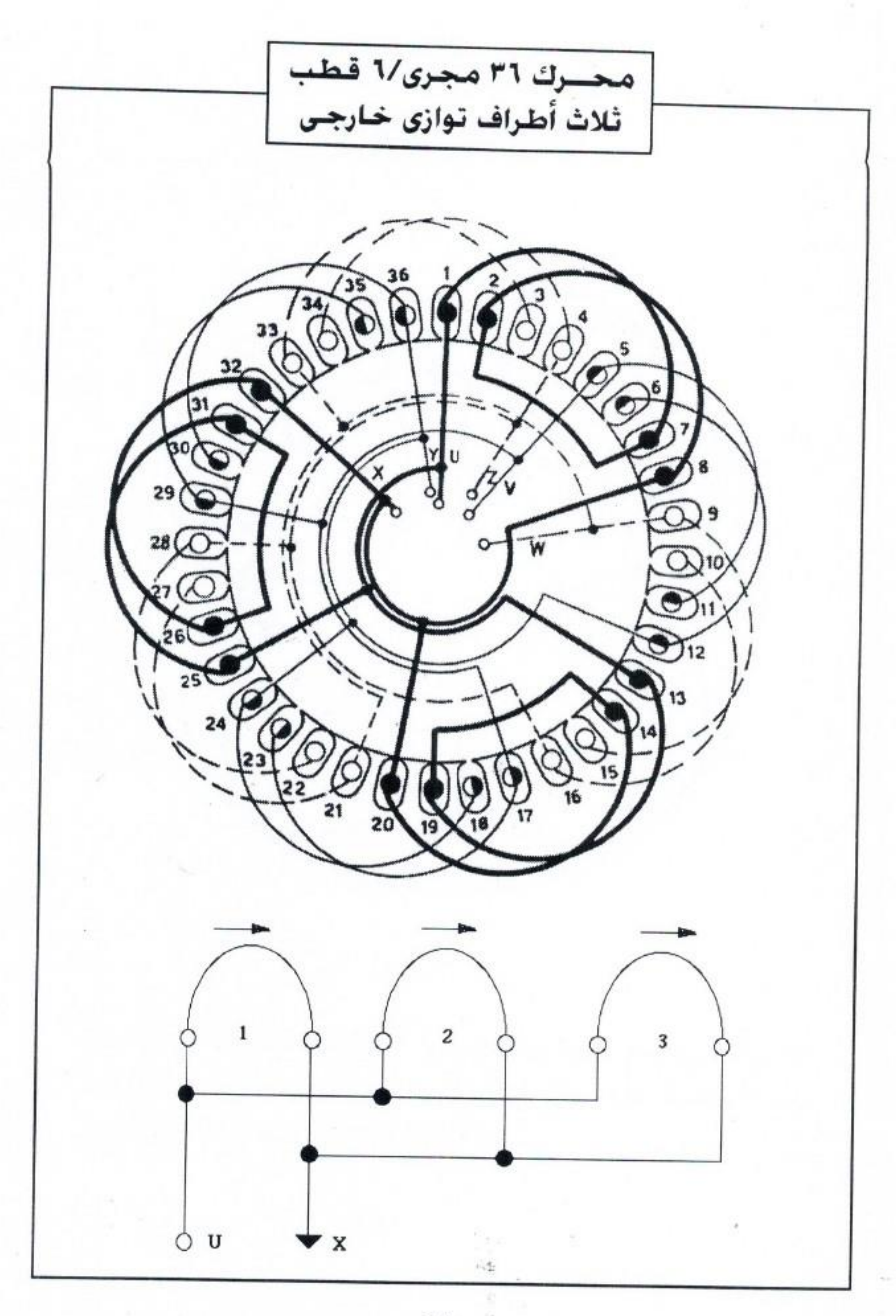

محــرك ٣٦ مجرى/٤ قطب
طرفين توازى خارجى
U
X
U1
X1
1
2
3
4

محـــرك ٢٤ مجـرى / ٤ قطب
طرفين توازى خارجى

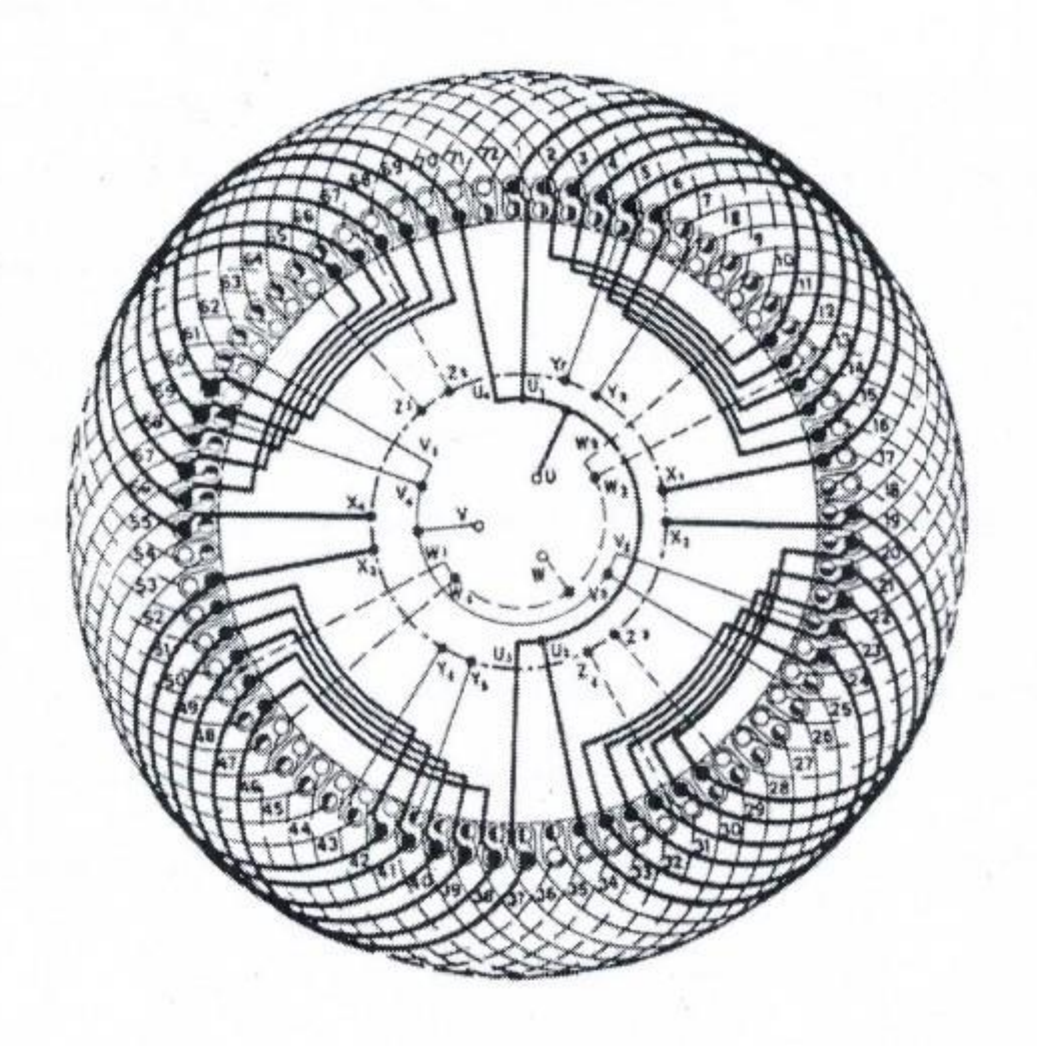


هذه الدائرة كـالدائرة السـابقـة ٤ قطب بطرفين توازى خـارجى ولكن هنا أسلوب التوصيل أختلف ولو تتبعت إتجاه التيار بالمجموعات فستجد أنه يمر فى إتجاه معاكس هنا وفى الدائرة السابقة أيضاً.

محــــرك ٣٦ مجرى/٦ قطب
ثلاث أطراف توازى خــارجى



محــرك ٧٢ مجرى/٤ قطب
٤ أطراف توازى خـارجـى



بداية الفاز بها ٤ أطراف وإذا تتبعت مرور التيار من البداية U ستجد أن التيار يسير فى إتجاه معاكس.

ملاحظات على التوازى الخارجى

- في حالة التوصيل بالتوازى الخارجى لايتم تغيير أى شئ بالنسبة لتوزيع الملفات أو تسقيطها أو خطوتها كما كانت فى أى محرك عادى.

التغيير يتم فقط فى عدد الأسلاك التى سيلف بها الملف وأيضاً عدد اللفات. وكما علمت أن عدد اللفات الأساسى ومساحة المقطع الأساسية تعود إلى أصلها عند التوصيل بالتوازى الخارجى.

- لا يمكن توصيل أى محرك بأى عدد أطراف توازى خارجى وهذا يرجع إلى عدد مجموعات الفاز الواحد فعدد أطراف التوازى الخارجى يمكن أن تساوى عدد مجموعات الواحد فاز أو نصفها أو ربعها... وهكذا وبالطبع يجب أن يكون نصفها أو ربعها عدد صحيح وليس كسر.
- يمكن إستخدام طريقة التوصيل بالتوازى الخارجى فى محركات الوجه الواحد أيضاً وهى مستخدمة فعلاً فى أكثر أنواع طلمبات المنازل بالذات.
- لا يستخدم توصيل التوازى الخارجى فى محركات تعمل بأكثر من سرعة واحدة.

القدرة الكهربائية والميكانيكية للمحرك

تعتمد قدرة المحرك فى المقام الأول على مساحة الشرائح ونوعيتها وعلى أساسها يتم حساب عدد لفات معين وسمك سلك معين وعدد أقطاب معين وعند التشغيل يعمل على فرق جهد معين فإذا حدث خطأ فى حساب أى من كل هذه النقاط تتغير قيمة القدرة الأساسية مع ملاحظة أن أى من هذه النقاط يمكن أن يخفض من قيمة القدرة وليس زيادتها لأن حساب أى نقطة من النقاط السابقة بحيث يرفع من قيمة قدرة الشرائح الأساسية كزيادة مساحة مقطع السلك أو زيادة فرق الجهد ستؤدى إلى إرتفاع فى درجة حرارة المحرك أيضاً.

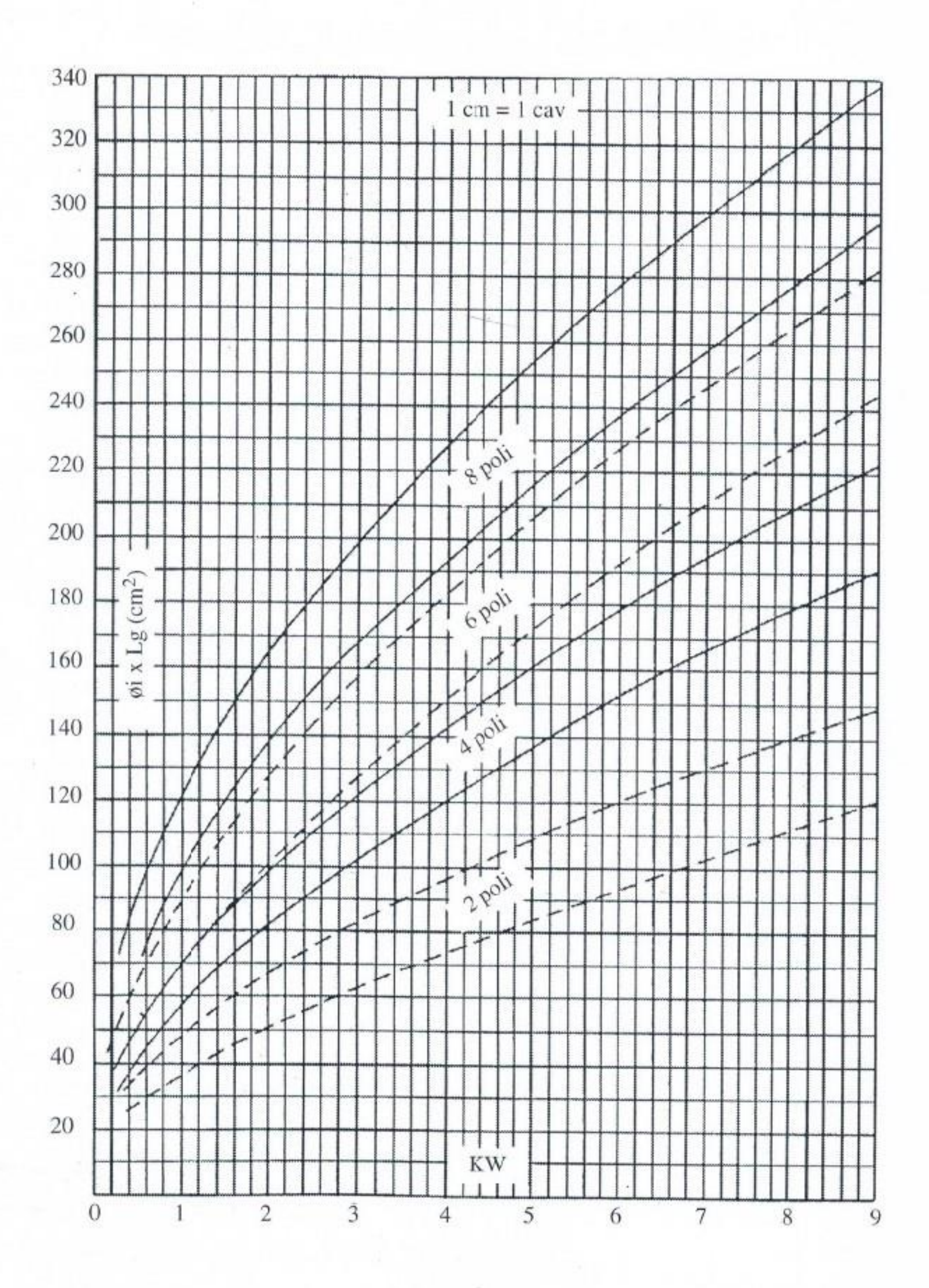
ولذلك يجب أن تضع فى إعتبارك الآتى:

* كلما زاد عدد لفات الملف وظل فرق الجهد ثابت تقل القدرة.
* كلما قل عدد لفات الملف وظل فرق الجهد ثابت ترتفع القدرة وترتفع أيضاً درجة الحرارة .
* كلما زادت مساحة مقطع السلك (أكثر من اللازم) إرتفعت قدرة المحرك وترتفع أيضاً درجة حرارته.
* كلما قلت مساحة مقطع السلك تقل القدرة.
* إذا حدث إرتفاع فى مصدر التيار ترتفع القدرة وترتفع أيضاً درجة حرارته.
* إذا حدث هبوط فى مصدر التيار تقل قدرة المحرك.
* إذا تم تشغيل المحرك بنفس الفولت المطلوب ولكن بذبذبة أعلى تنخفض قدرة المحرك.
* إذا تم تشغيل المحرك بنفس الفولت المطلوب ولكن بذبذبة أقل ترتفع درجة حرارة المحرك.
* إذا كان المحرك ملفوف ٢ قطب وأعيد لفه على أساس ٤ قطب تقل قدرته.
* إذا كان المحرك ملفوف ٤ قطب وأعيد لفه على أساس ٢ قطب ترتفع قدرته وترتفع أيضاً درجة حرارته عند التشغيل فترات طويلة بحمل كامل.

* إذا كان المحرك يعمل ٣ فاز وتم تشغيله على ١ فاز (بواسطة مكثف أو أعيد لفه كمحرك وجه واحد) تقل قدرته.
* إذا كان المحرك يعمل ١ فاز وتم إعادة لفه على أساس ٣ فاز يعمل بقدرة أكبردون إرتفاع في درجة حرارته (إذا تم حسابه بدقة)

ملحوظة :

- معنى أن قدرة المحرك تنخفض عن معدلها الطبيعى. فى حالة عدم وجود حمل أو حمل أقل لا يحدث شيئاً ولكن إذا كان المحرك يعمل على الحمل بالكامل سترتفع درجة حرارته ويحترق.
- وحدة قياس القدرة الكهربائية هى الوات (W) والكيلووات=١٠٠٠ وات أما القدرة الميكانيكية فتقاس بالحصان (HP) والحصان الواحد يعادل ٧٣٦ وات وفى نظام القياسات الأنجليزى فالحصان يساوى ٧٤٦ وات ويرمز له (BHP).
- وبالصفحة القادمة رسم بيانى لإيجاد قدرة شرائح محرك ٣ فاز فارغ وبدون يفطة حتى ٩ كيلووات ولإستخدام هذا الجدول الأرقام الرأسية هى حاصل ضرب القطر الداخلى للجسم الثابت × طول المجرى بالسم. والأرقام الأفقية هى قدرة المحرك بالكيلووات. أما المنحنيات فكل خطين لأقطاب معينة فمثلاً إذا كان حاصل ضرب الطول × القطر يساوى ٨٠سم والمحرك ٤ قطب إذن قدرة الحرك تكون محصورة بين ١,١ إلى ١,٩ كيلووات وتبعاً لحداثة صنع المحرك نأخذ القيمة الأعلى.



340
320
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
1 cm = 1 cav
8 poli
6 poli
4 poli
2 poli
øi x Lg (cm²)
KW
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

جدول قدرة وشدة تيار محركات ثلاثة أوجه

kw	HP	220V	380V		KW	HP	220V	380V
0.37	0.5	1.8	1,03		100	136	325	188
0,55	0,75	2,75	1,6		110	150	356	205
0,75	1	3,5	2		129	175	420	242
1,1	1,5	4,4	2,6		132	180	425	245
1,5	2	6,1	3,5		140	190	450	260
2,2	3	8.7	5		147	200	472	273
3	4	11,5	6,6		150	205	483	280
3,7	5	13,5	7,7		160	220	520	300
4	5,5	14,5	8,5		180	245	578	333
5,5	7,5	20	11,5		185	250	595	342
7,5	10	27	15,5		200	270	626	370
9	12	32	18,5		220	300	700	408
10	13,5	35	20		250	340	800	460
11	15	39	22		257	350	826	475
15	20	52	30		280	380	900	510
18,5	25	64	37		295	400	948	546
22	30	75	44		300	410	980	565
25	35	.85	52		315	430	990	584
30	40	103	60		335	450	1100	620
33	45	113	68		255	480	1150	636
37	50	126	72		375	500	1180	670
40	54	134	79		400	545	1250	710
45	60	150	85		425	580	--	760
51	70	170	98		445	600	--	790
55	75	182	105		450	610	--	800
59	80	195	112		475	645	--	850
63	85	203	117		500	680	--	900
75	100	240	138					
80	110	260	147					
90	125	295	170					

هذه القيم تقريبية لمحركات ٤ قطب تختلف بنسب بسيطة جداً من ماركة محرك إلى ماركة أخرى علاوة على أنه كلما زاد عدد أقطاب المحرك ترتفع قيمة شدة تياره عن محرك آخر له نفس القدرة ولكن بعدد أقطاب أقل.

محركات ثلاثة أوجه

بحلقات إنزلاق Slip ring

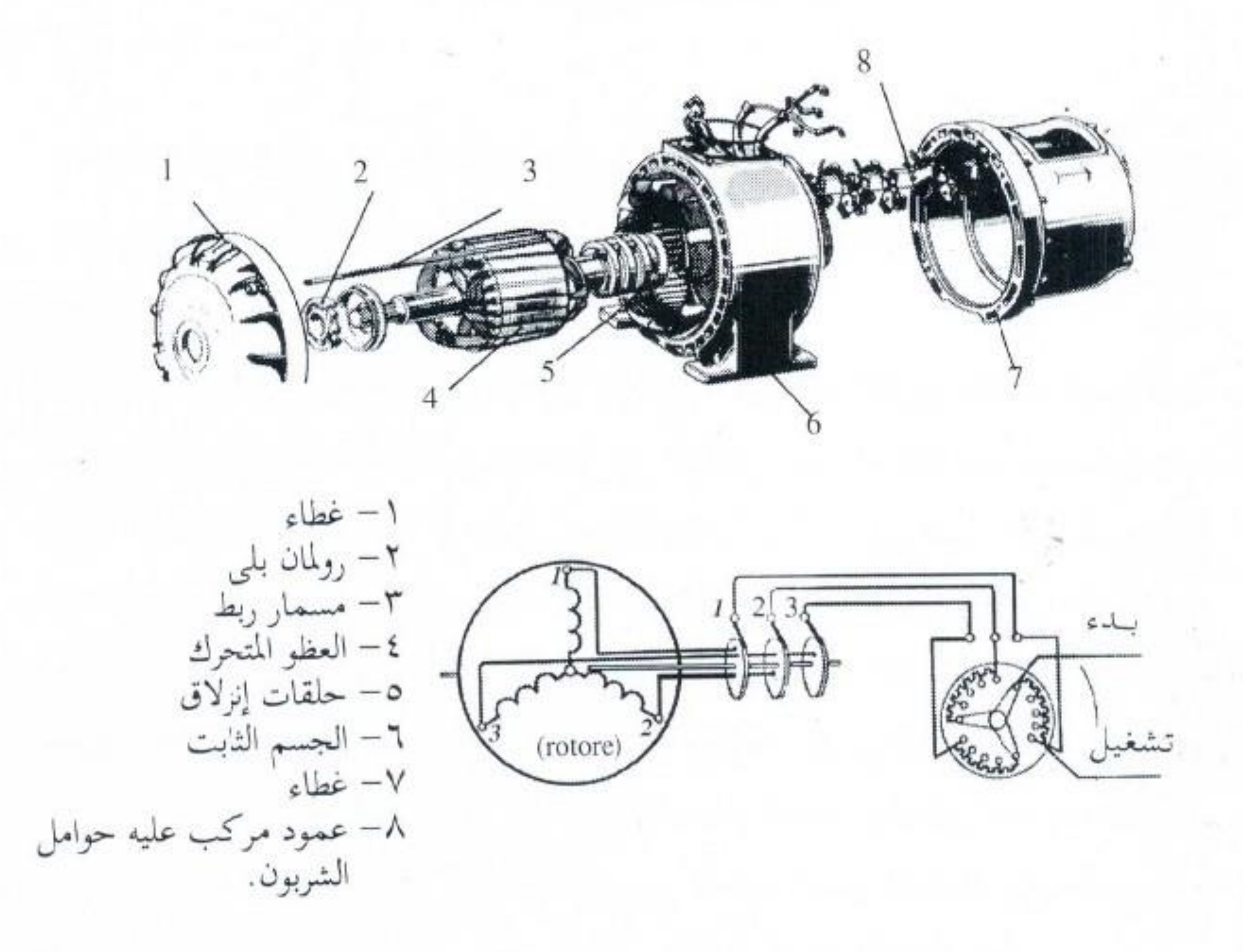
الجسم الثابت لمثل هذه المحركات يقسم بنفس قوانين محركات القفص السنجابى تماماً ويلف بأى طريقة لف ويوصل خارجياً ستار أو دلتا تبعاً للفولت الذى سيعمل عليه.

أما بالنسبة لنعضو المتحرك به مجارى وتوضع داخل هذه المجارى ملفات تقسم أيضاً بنفس قوانين لف الجسم الثابت ويتصل من الداخل ستار أو دلتا تبعاً لحساب عدد لفاته وأطرافه الثلاثة يتصلوا كل طرف بحلقة نحاس مركبة على عمود الإدارة ومعزولة عنه. وتعرف الحلقات الثلاث بحلقات الأنزلاق ويتميز هذا النوع من المحركات بإمكانية توصيل مقاومات خارجية بالتوالى مع ملفات العضو المتحرك وذلك عن طريق الشربون الملامس للحلقات. وكلما زادت قيمة مقاومة ملفات العضو المتحرك زاد عزم بدء الدوران وفى نفس الوقت تقل قيمة شدة تيار البدء. وبالتالى عند بدء الدوران يصل قيمة المقاومة الخارجية كاملة بالتوالى مع ملفات العضو المتحرك ثم يخفض هذه القيمة تدريجياً أثناءالدوران حتى يقصر أطراف ملفات العضو المتحرك معاً.

وإذا أردت تشغيل هذا المحرك بدون مقاومات خارجية من الممكن عمل كوبرى بين الحلقات الثلاث أى أنك ستقصر ملفات العضو المتحرك على نفسها ويبدأالمحرك بعزم دوران عادى مثله مثل محرك القفص السنجاب.

وبالطبع إذا وصل تيار لملفات الجسم الثابت بدون عمل قصر على ملفات العضو المتحرك سيسحب المحرك شدة تيار عالية ويدور ببطء شديد فيحترق.

توضيح أجزاء محرك بحلقات إنزلاق



لحظة بدء الدوران تكون نجمة الريوستات فى وضع أعلى مقاومة وبدايات المقاومات الثلاثة متصلة مع ملفات الروتور بواسطة الشربون وحلقات الإنزلاق (3 - 2 - 1) وبعد بدء الدوران يبدأ فى تحريك نجمة الريوستات فى إتجاه اليمين فيخفض قيمة المقاومات تدريجياً حتى تلامس نجمة الريوستات أطراف الشربون مباشرةً ويكمل المحرك دورانه بملفات الروتور بدون المقاومات .

الأعطال الرئيسية لمحركات الثلاثة أوجه

أعطال محرك القفص السنجاب محدودة خاصة الثلاث أوجه فهو يعتبر محرك مثالى مقارنة بأنواع المحركات الأخرى فإذا كانت خامات لف المحرك جيدة وظروف تشغيله مناسبة لتصميمه . وقيمة مصدر التيار ثابتة فنادراً ما يحدث له أعطال ولا يحتاج إلى صيانة على فترات قصيرة فعليك فقط التأكد من صلاحية رولمان البلى . ومن أعطاله القليلة ما يلى :

١- المحرك يدور بشدة تيار طبيعية ولكن صوته مرتفع:

فى هذه الحالة يجب فصل المحرك عن الحمل وتشغيل المحرك بدون حمل فإذا عمل المحرك بدون صوت مرتفع فالصوت يكون من الحمل وعليك بصيانته. أما إذا عمل المحرك بصوت مرتفع فأختبر صلاحية رولمان البلى وتأكد من عدم لمس المروحة للغطاء.

٢- إرتفاع في درجة حرارة المحرك:

- المحرك يعمل بدون مروحة التبريد أو بدون الغطاء الخاص بها.
- زيادة الحمل أكثر من قدرة المحرك
- إنخفاض فرق الجهد أو ارتفاعه.
- تلف رولمان البلى أو الجلب
- وجود قصر بالملفات (أى تلامس بين الملفات وبعضها نتيجة رطوبة أو إنخفاض فى العزل)

٣- المحرك يحدث صوتاً ولايبدأ دورانه.

- سقوط فاز من الثلاث من مصدر التيار أو من داخل المحرك

- تلف كبير فى رولمان البلى أو الجلب
- الحمل أكبر كثيراً من اللازم
- وجود ماس بين ملفات المحرك والجسم أو ملفات فازتين معاً

٤- المحرك لا يحدث صوتاً ولا يبدأ دورانه:

- سقوط فازتين أو الثلاثة من مصدر التيار أو داخل المحرك
- عدم وجود توصيلة ستار أو دلتا

٥- المحرك يعمل بدون حمل ولا يعمل بالحمل

- الحمل لا يتحرك بسهولة أو أكبر من قدرة المحرك
- إنخفاض فرق الجهد بنسبة كبيرة
- إنخفاض عزل الملفات
- تلف رولمان البلى
- فصل فى قضبان القفص السنجابى.

٦- شدة تيار المحرك مرتفعة في الثلاث فازات مع إرتفاع في درجة الحرارة

- وجود قصر بين الملفات وبعضها
- فصل فى قضبان القفص السنجابى للعضو المتحرك وفى هذه الحالة لا يمكن عمل شئ بالنسبة للمحركات الصغيرة أما بالنسبة للمحركات ذات القدرات العالية فمن الممكن لحام القضبان المفككة مع الحلقة خاصةً إذا كانت من النحاس.

ملحوظة :

هذه الأعطال لمحرك كان يعمل بكفائة وظهرت عليه هذه الأعطال أما فى حالة أن المحرك أعيد لفه وظهر أى عطل من أول مرة فإحتمال وجود خطأ فى اللف وارد.

كيفية إستخراج شرائح العضو الثابت

بعض المحركات عند إعادة لفها يتحتم عليك إخراج مجموعة الشرائح من داخل الغلاف الخارجى لعدم إمكانية لفها وهى بداخله نتيجة لأن جسم المحرك مفتوح من جهة واحدة.

ولإخراج مجموعة الشرائح توجد عدة طرق يمكن استخدامها والطريقة الأكثر استخداماً هى أن يعلق الشرائح من الملفات القديمة أو بأى أسلوب آخر. ثم يسخن الغلاف الخارجى فيتمدد وبثقله يسقط (أو يحتاج إلى الدق عليه) وتظل الشرائح معلقة.

وبعد الإنتهاء من اللف وعند إعادة مجموعة الشرائح داخل الغلاف الخارجى مرة أخرى تنظف جيداً مجموعة الشرائح من الخارج ويوضع عليها قليل من الزيت. وينظف أيضاً جيداً جسم المحرك من الداخل ثم يسخن منفصلاً وبعدها توضع مجموعة الشرائح بوضع رأسى متزن ومن الممكن رفع الجسم بالشرائح ودقه على الأرض حتى تعود الشرائح إلى وضعها الأصلى

☆ **ملاحظـــات :**

- فى مثل هذه المحركات تدخل مجموعة الشرائح كبس ويكتفى بنسبة الشحط.

  وفى البعض منها يضع مسمار أو أكثر يربط الجسم الخارجى بالشرائح. ولذلك يجب البحث جيداً إذا كانت هناك مثل هذه المسامير وفكها قبل التسخين.

- عادةً يوجد أسفل الشرائح جزء بارز تركز فوقه الشرائح. وللتأكد قبل الفك يجب وضع علامة على الجسم الثابت تحدد بداية الشرائح من أعلى. وعند إعادة تركيب الشرائح تضغط أسفل حتى تظهر هذه العلامة بحيث تتأكد أن وضع الشرائح كما كان.

❑ قبل اللف يجب قياس بعد الملفات من الجهتين والتأكد بعد اللف أنها ليست أطول مما كانت وكذلك التأكد من صحة جميع اختبارات اللف والعزل لأنه لا مجال هنا للتجربة. فأى خطأ يعنى أنك ستتلف اللف الجديد عند استخراج الشرائح مرة أخرى.



حمايات حرارية داخلية
(ثرمو كابل)

ويوجد منه عدة أنواع منها من يحتوى على كونتاكت من معدنين مختلفين عند تعرضه لدرجة حرارة معينة يفصل هذا الكونتاكت ويظل مفصولاً حتى تنخفض درجة حرارته فيعود مرة أخرى إلى وضع التوصيل . وهذا يوضع ملامساً ملفات المحرك من الداخل ويخرج طرفيه على الروزته . فإذا كان المحرك وجه واحد يتصل طرفى الثرموكابل بالتوالى مع الطرف الرئيسى للمحرك . وفى حالة إرتفاع درجة حرارة الملفات لأى سبب يتأثر بها الثرموكابل وينفصل طرفيه فيقف المحرك حتى تنخفض حرارة الملفات فيعود كونتاكت الثرموكابل فى وضع توصيل ويمكن تشغيل المحرك مرة أخرى .

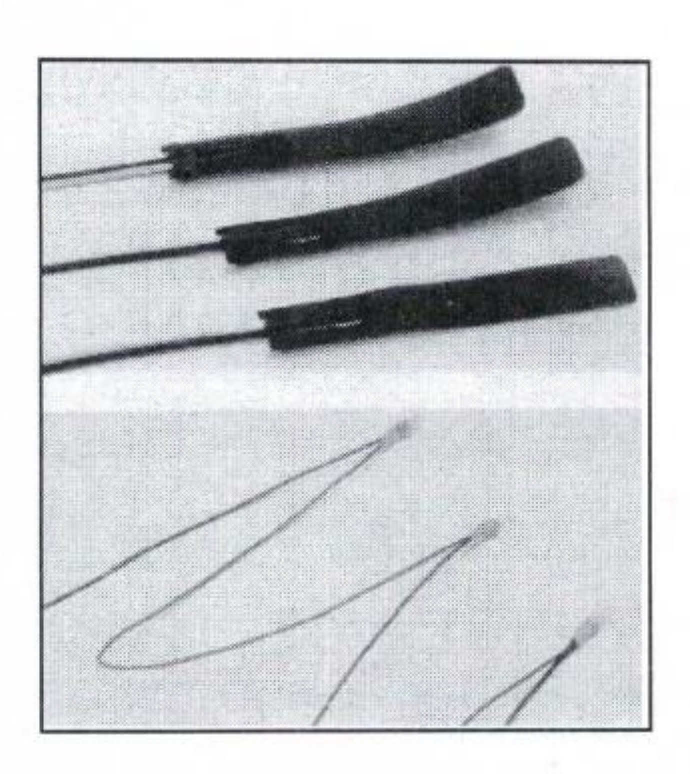
أما فى محركات الثلاث أوجه يضع ثلاثة . كل ثرموكابل يلامس ملفات فاز ويتصلوا معاً الثلاثة على التوالى ويخرج طرفين فقط على الروزتة يتصلوا بالتوالى مع بوبينة الكونتاكتور . فإذا ارتفعت حرارة ملفات أى فاز فسيفصل الثرموكابل الخاص بها فيفصل التيار عن بوبينة الكونتاكتور وبالتالى عن المحرك .

☆ **ملاحظات :**

- ❑ فى حالة إذا كان المحرك وجه واحد يجب التأكد من أن شدة تياره يتحملها كونتاكت الثرموكابل فإذا كانت أعلى لا يتصل الثرموكابل مباشرةً بالتوالى مع الطرف الرئيسى للمحرك ولكن يوصل بالتوالى مع بوبينة الكونتاكتور.
- ❑ بعض أنواع الثرموكابل حجمها صغير جداً ولايوجد بداخلها ريشة تلامس ولكنها مكونة من مادة لها قيمة مقاومة منخفضة وهى فى درجة الحرارة العادية وترتفع

مقاومتها كلما زادت درجة الحرارة (PTC) حتى درجة حرارة معينة تصل مقاومتها الى عدة ملايين من الأوم فتصبح وكأنها نقطة مفتوحة لايمر التيار من خلالها.

- بعض الأنواع تتصل بدائرة اليكترونية خاصة تفصل عند وصول الثرموكابل الى قيمة مقاومة معينة وليس مالانهاية. وفى هذه الحالة لا يجب تغيير الثرموكابل إلا بآخر نفس الموديل. أو تركيب ثرموكابل مختلف ولكن بدائرة جديدة خاصة به ومثل هذه الأنواع لايجب أختباره بمصباح توالى أو أومتر أكثر من ١,٥ فولت فأى قيمة فولت أكثر من ذلك تمر به تؤدى إلى إتلافه.
- توجد حمايات حرارية بأشكال أخرى تركب على جسم المحرك من الخارج أو فوق رولمان البلى خاصةً بالمحركات ذات القدرة والسرعة العالية.



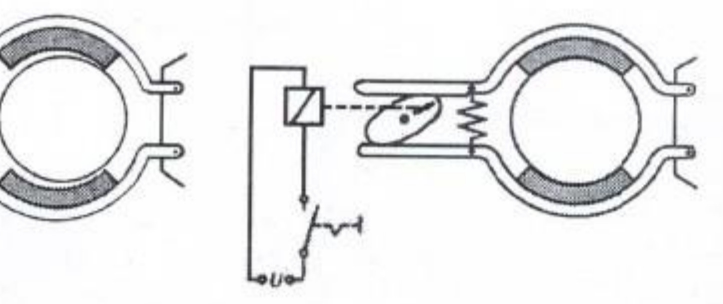
ثرمو كابل PTC لاحظ صغر حجمه

محركات مزودة بفرملة

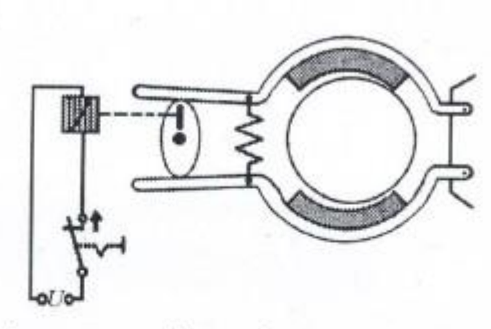
أى محرك لحظة فصل التيار عنه يظل دائراً مدة بقوة القصور الذاتى.

وفى بعض ماكينات مثل المصاعد أو الأوناش يتحتم وقوف المحرك فى نفس لحظة فصل التيار عنه حتى لا يتعدى النقطة المراد وقوفه عندها وتتعد أشكال وطرق الفرملة ومنها أنه يركب على اكس المحرك طنبور يدور معه. وفوق هذا الطنبور يضع تيل فرامل فيمسك الطنبور وبالتالى لايمكن دوران المحرك.

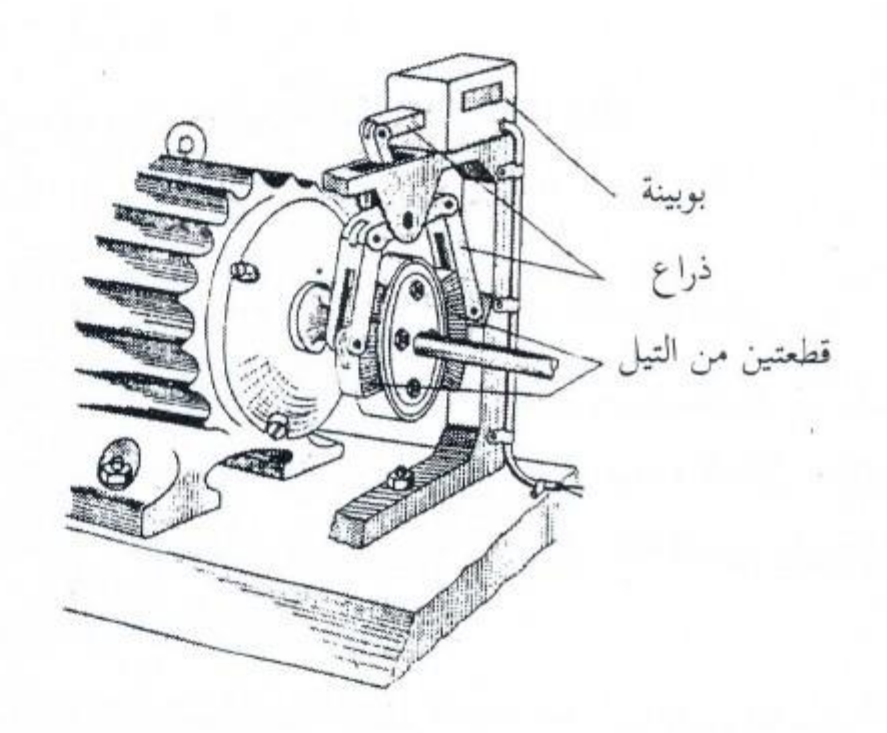
وبواسطة بوبينة عند تغذيتها بالتيار تجذب الذراع الحامل للتيل ويصبح المحرك حر الحركة. ويصل التيار الى هذه البوبينة فى بعض الأحيان عن طريق دائرة تحكم. أو بأخذ طرفين من الأطراف الثلاث الواصلة إلى المحرك إذا كانت البوبينة تعمل على ٣٨٠ فولت. أو يأخذ طرف واحد والطرف الآخر يأخذه من نقطة توصيل ستار وذلك إذا كانت البوبينة تعمل على ٢٢٠ فولت. وبالتالى لحظة وصول التيار إلى المحرك يصل أيضاً إلى بوبينة الفرملة فتجذب الذراع الحامل للتيل ويبدأ المحرك دورانه. وعند فصل التيار عن المحرك ينفصل أيضاً عن البوبينة فيعود ذراع التيل فيمسك الطنبور بقوة الياى.



عند قطع التيـار عن البـوبينة يندفع الذراع الى الأمـام فـتـميل القطعة البيـضاوية ويطبق التيل على طنبـور المحرك



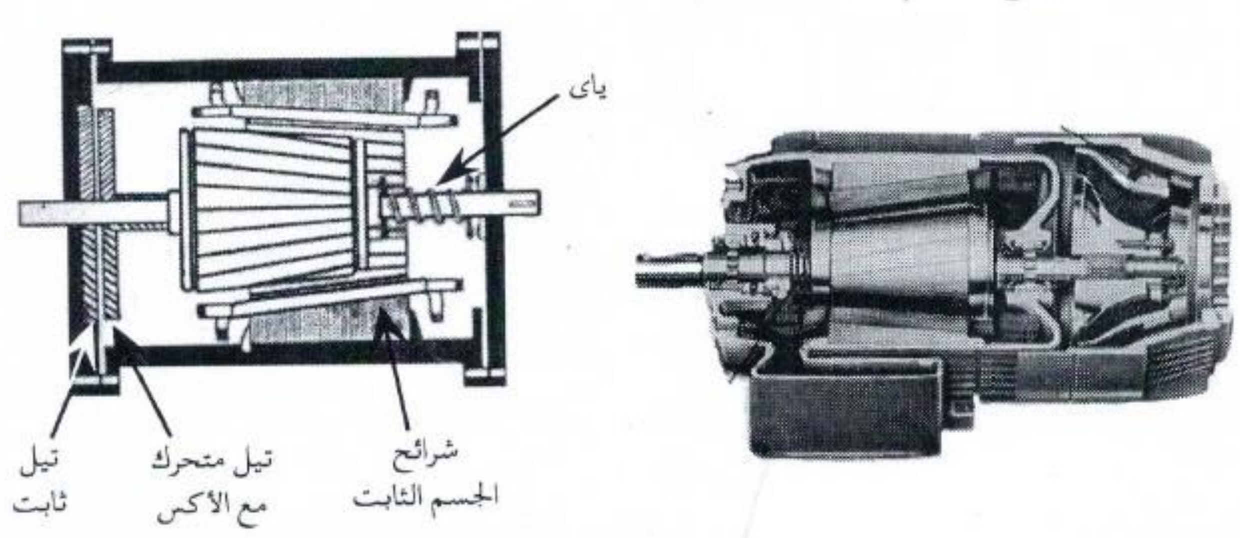
عند توصيل التيـار للبـوبينة ينجذب الذراع فتكون القطعة البيضاوية فى وضع عـموديا فيـفـتح التيل ويصبح الطنبور حراً.



*** ملحوظـــة :**

- بعض بوبينات الفرملة تعمل على تيار مستمر وفى هذه الحالة يصل التيار أولاً لدائرة التوحيد ومنها الى طرفى البوبينة.

توجد بعض محركات أوناش تفرمل بنظرية العضو المتحرك المسلوب وليس لها بوبينة فرملة . وفى حالة الوقوف يوجد ياى يدفع الروتور للأمام فيلامس التيل المركب على الأكس التيل الثابت فيكون المحرك فى حالة فرملة . وعند وصول التيار لملفات المحرك ينجذب الروتور متغلباً على قوة الياى حيث أن قوة المجال تكون أعلى تجاه الياى نتيجة لأن سمك شرائح الجسم الثابت أكبر فى تلك الجهة .



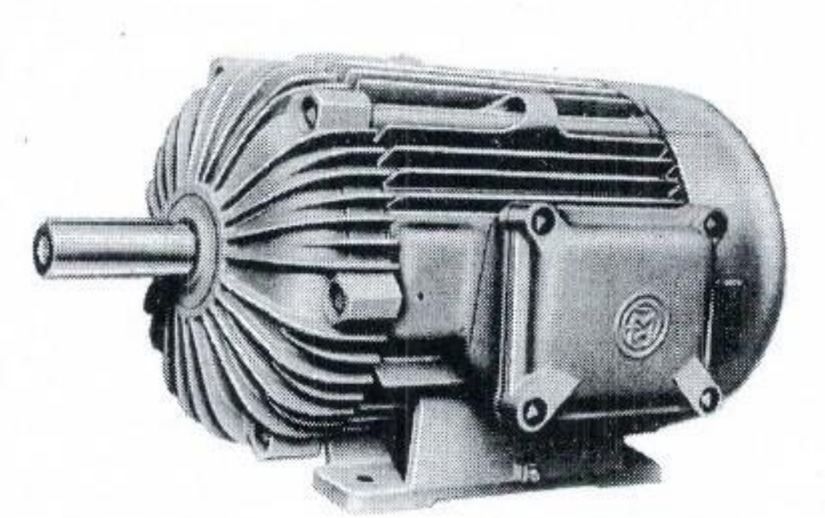
تغيير قيمة التردد فى المحركات

يجب أن يعمل أى محرك بنفس قيمة الفولت والتردد التى تم حسابها فى تصميم المحرك وتوصيله الخارجى فإذا كان المحرك مصمم للتشغيل على ٣٨٠فولت/ ٥٠هيرتس وتم تشغيله بنفس الفولت ولكن ٦٠ هيرتس. سيعمل المحرك بقدرة أقل وبالتالى إذا تم تحميله حمل كامل سيؤدى هذا إلى إحتراق المحرك. مع ملاحظة أن سرعة المحرك سترتفع فى هذه الحالة. فتبعاً لقانون سرعة المجال إذا كان المحرك ٢ قطب مثلاً فى حالة تشغيله على ٥٠ هيرتس تكون سرعته ٣٠٠٠ لفة/دقيقة. أما إذا عمل على ٦٠ هيرتس فستكون سرعته ٣٦٠٠ لفة/دقيقة

إذا كان المحرك مصمم لتشغيله على ٣٨٠فولت/ ٦٠هيرتس وقمت بتشغيله على ٣٨٠ فولت/ ٥٠هيرتس سترتفع قدرته وأيضاً درجة حرارته وسيؤدى ذلك إلى إحتراق ملفاته. ولذلك إذا أرتفعت قيمة التردد يجب أن ترفع أيضاً قيمة الفولت بنفس النسبة. وإذا أنخفضت قيمة التردد يجب أن تنخفض أيضاً قيمة الفولت.

على سبيل المثال إذا كان محرك يعمل على ٣٨٠ فولت / ٥٠ هيرتس . فعند تشغيله على ٦٠ هيرتس يجب أن ترتفع قيمة الفولت بنفس النسبة أى ٢٠٪ فيصبح ٤٦٠ فولت تقريباً .

وبذلك يعمل المحرك بكفاءة متساوية فى حالة تشغيله على ٣٨٠ فولت/ ٥٠هيرتس أو على ٤٦٠فولت/ ٦٠هيرتس.



محركات ثلاث أوجه سرعات

كما علمنا من القانون الخاص بسرعة المجال المغناطيسى أن المتحكم فى سرعة المجال هو التردد وعدد الأقطاب فكلما زاد التردد (HZ) كلما زادت سرعة المجال وكلما زاد عدد الأقطاب كلما أنخفضت السرعة وحتى زمن ليس ببعيد لم يكن التحكم فى تردد التيار ميسوراً إلا بمولدات خاصة. ولذلك كان وحتى الآن يتحكم فى سرعة المحرك بتغيير الأقطاب. وبهذه الطريقة يحصل على سرعات متفاوتة وليست سرعات تدريجية.

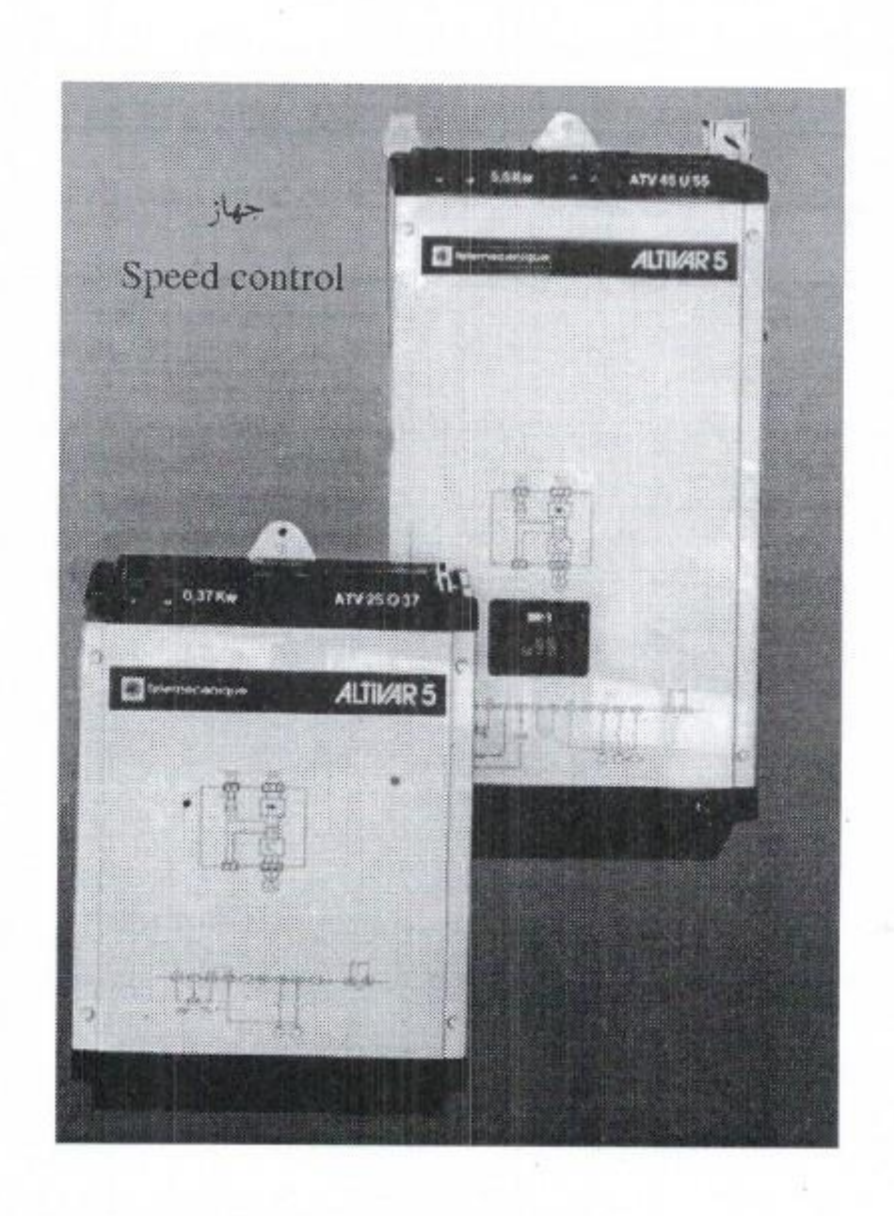
أولاً : تغيير السرعة بواسطة التحكم فى قيمة التردد

وذلك بواسطة جهاز (SPEED CONTROL) وهو يتحكم الكترونيا فى قيمة التردد وممكن بواسطته رفع قيمة التردد حتى ١١٠ هيرتس / ثانية وبالطبع وحتى يعمل المحرك بكفائته ودون أرتفاع غير عادى فى درجة حرارة الملفات فهو يتحكم أيضاً فى فرق الجهد بحيث كلما زاد التردد زاد معه الجهد وكلما أنخفض التردد أنخفض الجهد أيضاً بنسب محددة تجعل عمل المحرك بكفائته الطبيعية فى كل السرعات . وهذه ميزة كبيرة جداً لم تكن متوفرة قديماً . فمحرك القفص السنجابى يعتبر محرك مثالى من حيث تكلفته وصيانته وحجمه مقارناً بمحركات أنواع أخرى . ولكن قديماً عندما يريد آلة تعمل بسرعات تدريجية لا يستطيع استخدام محرك القفص السنجاب ويضع مثلاً محرك تيار مستمر بالرغم من ارتفاع تكلفته وصعوبة صيانته ولكن محرك التيار المستمر يمكن التحكم فى سرعته تدريجياً .

أما الآن وبواسطة جهاز التحكم فى السرعة اليكترونياً أصبح التحكم فى سرعات محرك قفص السنجاب تدريجياً . كما تشاء فهو يتحكم فى التردد وليس الأقطاب أى أنك ستركب مثلاً أى محرك سرعة واحدة وليكن ٢ قطب وهذا المحرك بالتردد الموجود

٥٠ هيرتس سرعته تقريباً ٢٩٠٠ لفة/دقيقة فكلما زاد التردد ستزيد سرعته وحيث أنه يمكن التحكم فى التردد حتى ١١٠ هيرتس. أى ممكن أيضاً أن يصل إلى أكثر من ضعف السرعة المقننة لهذا المحرك وكذلك إذا أنخفض التردد. وتتم هذه العملية تدريجياً كما تشاء.

وبالتالى التحكم فى سرعة المحرك ستكون أيضاً تدريجياً كما تشاء أى أن محرك قفص سنجاب + جهاز (Speed control) يساوى محرك تيار مستمر بل أفضل.



ثانياً : تغيير السرعة بواسطة تغيير عدد الأقطاب

وتختلف هنا طريقة اللف إن كنت تريد سرعات غير متضاعفة أى ٢ و ٦ قطب أو ٤ و ٦ قطب مثلاً. وطريقة لف آخرى إن كنت تريد سرعات متضاعفة أى ٢ و ٤ قطب أو ٤ و ٨ قطب مثلاً:

أ- بالنسبة للسرعات الغير متضاعفة:

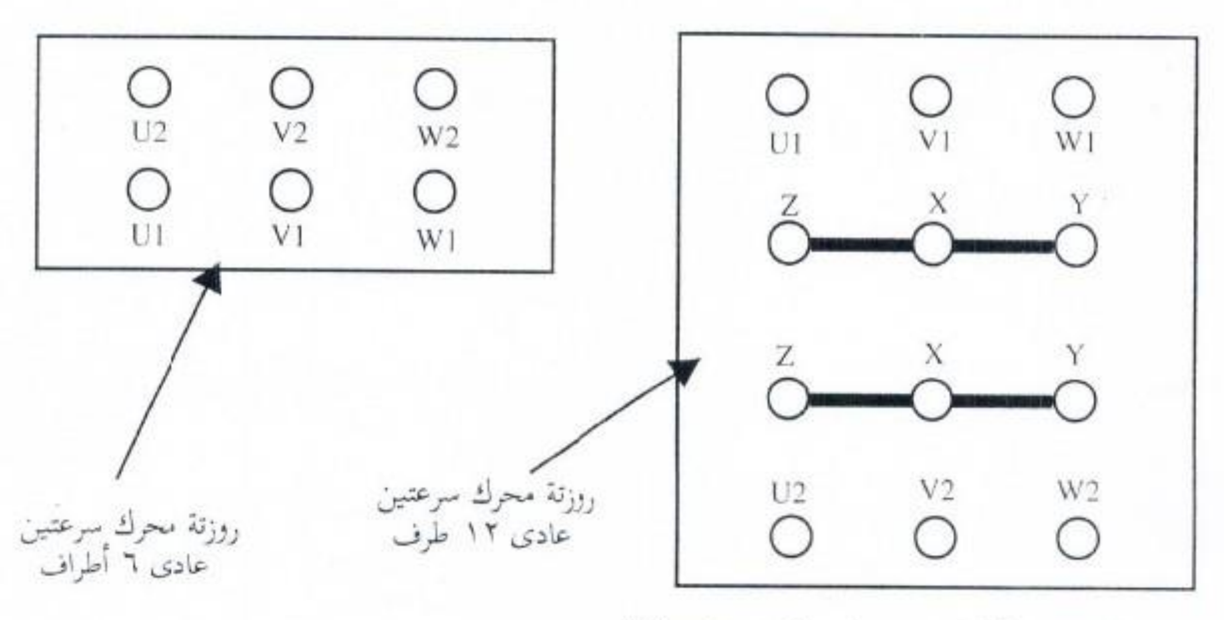
لف هذه الطريقة ليس به الجديد فهو يقسم نفس مجارى المحرك على دائرتين منفصلتين. فمثلاً إذا كان المحرك ٣٦ مجرى والسرعات ٤ و ٦ قطب. فيتم أولاً تقسيم المحرك على أساس ٣٦ مجرى/٤ قطب بأى طريقة لف وبعدد لفات وقطر سلك خاص بهذه السرعة كأنك تلف محرك عادى سرعة واحدة وفى نفس المجارى وفوق ملفات السرعة الأولى يقسم المحرك على أساس ٣٦ مجرى/٦ قطب. ويبدأ لف السرعة الثانية كأنه محرك آخر منفصل له طريقة لف وخطوة وعدد لفات وسمك سلك يخص هذه السرعة. وسيخرج من كل سرعة ٦ أطراف يوصل كلا منهم ستار أو دلتا تبع الجهد الذى سيعمل عليه المحرك. وبواسطة مفتاح خاص أو دائرة تحكم يصل التيار إلى أطراف ملفات دائرة الـ٤ قطب فيدور بسرعة ١٤٠٠ تقريباً بقدرة وشدة تيار معينة وعندما يريد تشغيل السرعة الثانية يفصل أولاً التيار عن ملفات السرعة الأولى ويصلها إلى أطراف ملفات الـ٦ قطب فيعمل المحرك بسرعة ٩٠٠ لفة تقريباً بقدرة وشدة تيار أقل من سرعة ٤ قطب.

ملاحظات :

* من الممكن توصيل كل سرعة ستار أو دلتا داخلياً ويخرج من المحرك ٦ أطراف فقط. وفى هذه الحالة عند أختبار الاطراف ستجد قراءة بين الثلاث أطراف الأولى معاً وقراءة بين الثلاث أطراف الآخريين ولا يوجد قراءة بين أى طرف من أطراف السرعة الأولى مع أطراف السرعة الأخرى.

*من الممكن لف المحرك ثلاث سرعات بنفس الطريقة كل سرعة تعتبر محرك منفصل له بياناته الخاصة وستجد أن مثل هذه المحركات قدراتها صغيرة بالنسبة لحجمها لأن هذا المجال الذى يدفع العضو المتحرك هو مجال متولد من جزء من الملفات وباقى الملفات كأن لا وجود لها. ودائما قدرة السرعة البطيئة أقل.

* فى محركات السرعات لا يتم أبداً توصيل الملفات توازى خارجى فى أى سرعة. لأنه عند توصيل التيار إلى سرعة يتولد تيار فى ملفات السرعة الأخرى ولذلك يجب أن تكون دائرتها مفتوحة. فإذا كانت السرعة الأخرى بها توازى خارجى. فتصبح كأنها ملف ثانوى لمحول كهربائى به شورت. مما يؤدى إلى إرتفاع كبير فى شدة التيار.

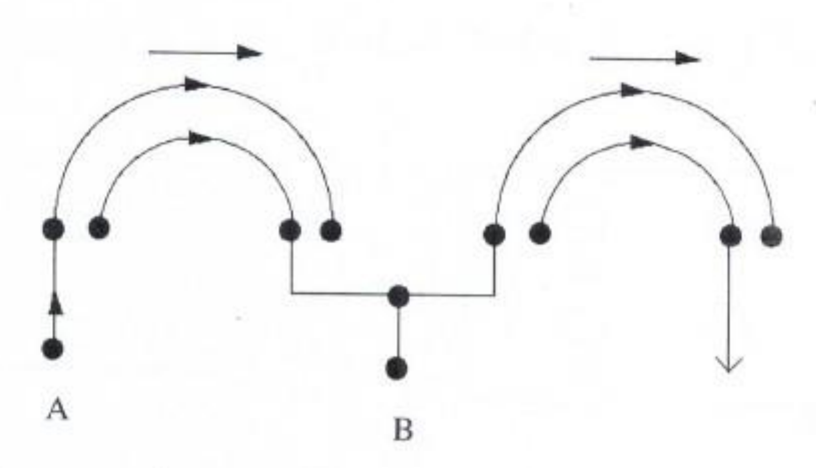


ب- بالنسبة للسرعات المتضاعفة

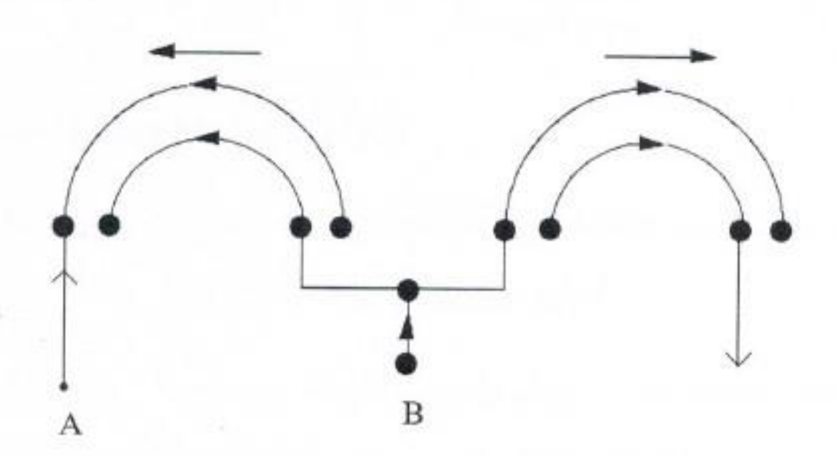
وتعرف هذه الطريقة بإسم دلاندر (DAHLANDER) ويتم فقط تطبيقها لمحرك سرعاته متضاعفة ٢ و ٤ قطب أو ٤ و ٨ قطب وهكذا.

وفكرة عمله. هى أنه يقسم المحرك بحيث يكون عدد مجموعات الفاز الواحد يساوى عدد أقطاب السرعة العالية. على سبيل المثال إذا كانت سرعات المحرك ٢ و ٤ قطب فالسرعة العالية هى ٢ قطب وبالتالى يقسم المحرك بحيث يكون عدد مجموعات الفاز الواحد يساوى مجموعتين. وتوصل المجموعتان معاً بطريقة بحيث يمكن أن يمر

التيار فيهما فى اتجاه واحد مرة فيدور بالسرعة البطيئة (٤ قطب) لأنه إذا مر التيار فى اتجاه واحد فعدد الأقطاب المتولد = ضعف عدد المجموعات. وإذا مر التيار فى نفس المجموعتين ولكن فى اتجاه معاكس فيدور بالسرعة العالية (٢ قطب) (إذا مر التيار فى اتجاه معاكس عدد الأقطاب يساوى عدد المجموعات)

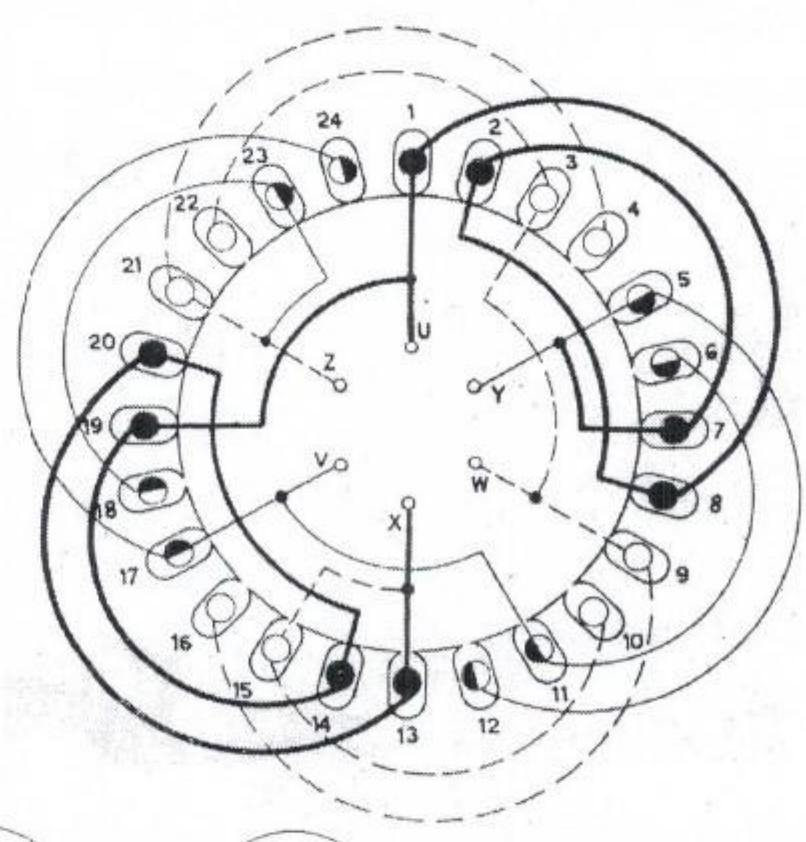


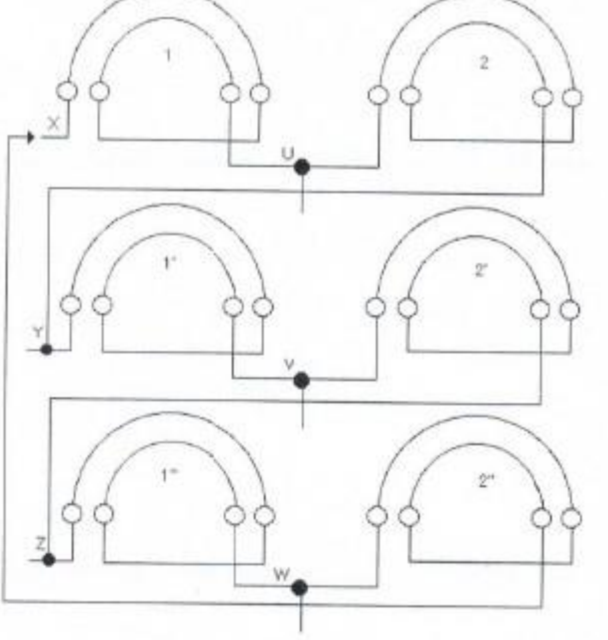
إذا بدأ التيار مروره بالطرف A فإنه سيسير فى إتجاه واحد وتكون هذه السرعة البطيئة (٤ قطب)



إذا بدأ التيار مروره بالطرف B فإنه سيسير فى اتجاه معاكس وتكون هذه هى السرعة العالية (٢ قطب)

محرك ٣ فاز سرعتين
٢٤ مجرى – ٤/٢ قطب





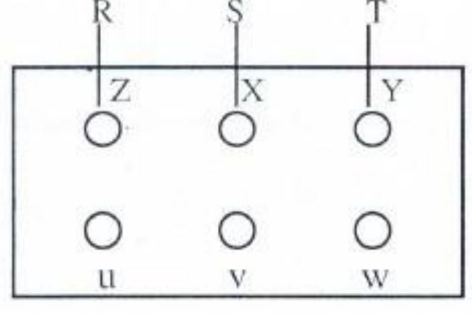
نجد فى هذه الدائرة أنه قد تم توزيع الملفات بطريقة عادية بنفس القوانين على أنه محرك ملفات متداخلة ٢٤ مجرى/ ٤ قطب. أما بالنسبة للتوصيل فلنتتبعه بسهولة أكثر على هذا الرسم الأنفرادى.

فهو بدأ بالطرف (X) من أى مجموعة وأعتبرها المجموعة الأولى . وصل نهاية المجموعة الأولى مع بداية المجموعة الثانية وأخرج من هذه الوصلة الطرف (U) .

ووصل نهاية الفاز الأول مع بداية المجموعة الأولى للفاز الثانى وأخرج الطرف (Y) . ثم وصل نهاية المجموعة الأولى للفاز الثانى مع بداية المجموعة الثانية لنفس الفاز وأخرج الطرف V ووصل نهاية الفاز الثانى مع بداية المجموعة الأولى للفاز الثالث وأخرج منها الطرف (Z) ثم وصل نهاية المجموعة الأولى للفاز الثالث مع بداية المجموعة الثانية لنفس الفاز وأخرج الطرف (W) . ونهاية الفاز الثالث وصلت مع بداية الفاز الأولى . وبالتالى فعند مرور التيار بالأطراف X-Y-Z يعمل المحرك بالسرعة البطيئة ويكون متصل داخلياً دلتا .

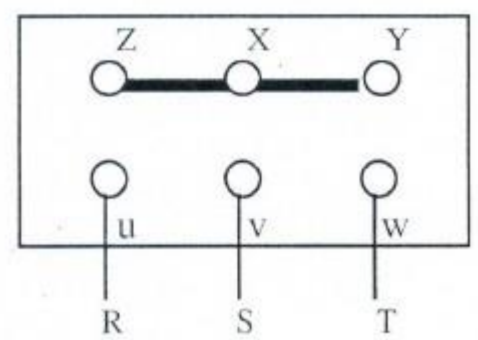
التوصيل الخارجي لمحرك
سرعتين (DAHLANDER)

الروزتة الخارجية لمحرك سرعتين دلاندر لا تختلف عن روزته المحرك ذات السرعة الواحدة.



- **في حالة تشغيل السرعة البطيئة :**

يصل التيار فى الثلاث أطراف X-Y-Z فقط وتظل الأطراف U V W حرة كما هى ويكون التوصيل داخلياً Δ.



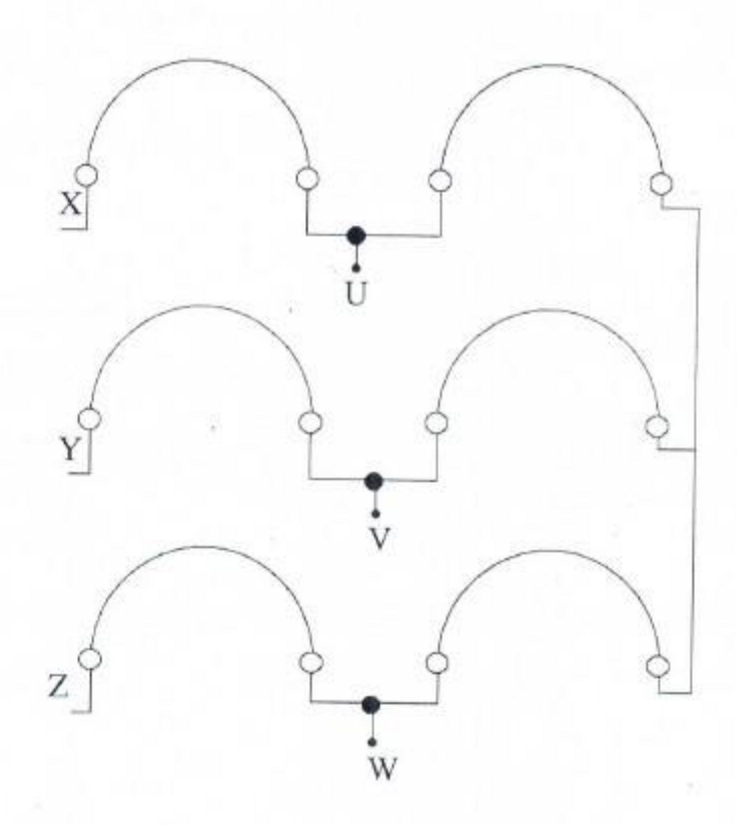
- **في حالة تشغيل السرعة العالية :**

يصل التيار الى الأطراف الثلاث U - V - W وتقصر الأطراف X-Y-Z معاً.

ويكون التوصيل داخلياً + الكبارى الخارجية دوبل ستار λλ

بعض محركات دلاندر تكون السرعة البطيئة فيها متصلة داخليا λ وليس Δ وفى هذه الحالة يسجل على اليفطة λ.λλ أى أن السرعة البطيئة تعمل ستار والسرعة العالية تعمل دوبل ستار أما إذا كان مسجل على يفطة المحرك الرموز Δ.λλ تعنى أن السرعة البطيئة تعمل على توصيلة دلتا داخلياً والسرعة العالية تعمل دوبل ستار وبالتالى سيكون عدد لفات الملف فى المحرك الذى تعمل سرعته البطيئة Δ أكثر من عدد لفات الملف لذات المحرك لو كانت سرعته البطيئة تعمل على توصيلة λ.

دائــــرة دلانـــدر λλ . λ



القوانين الخاصة بمحركات
سرعتين دلاندر

أ- بالنسبة للتقسيم:

إذا كان المحرك سيلف بطريقة ملفات متداخلة يتم تقسيمه على أساس السرعة البطيئة. أما إذا كان سيتم لفه بطريقة جانبان بالمجرى فيقسم على أساس السرعة العالية.

وفى كل الحالات سيكون عدد مجموعات الفاز الواحد يساوى عدد أقطاب السرعة العالية.

مع ملاحظة أنه فى حالة جانبان بالمجرى يصغر من خطوة الملف بحيث يكون بين مجموعة ومجموعة أخرى لنفس الفاز مجرى أو أكثر.

ب- بالنسبة للبدايات:

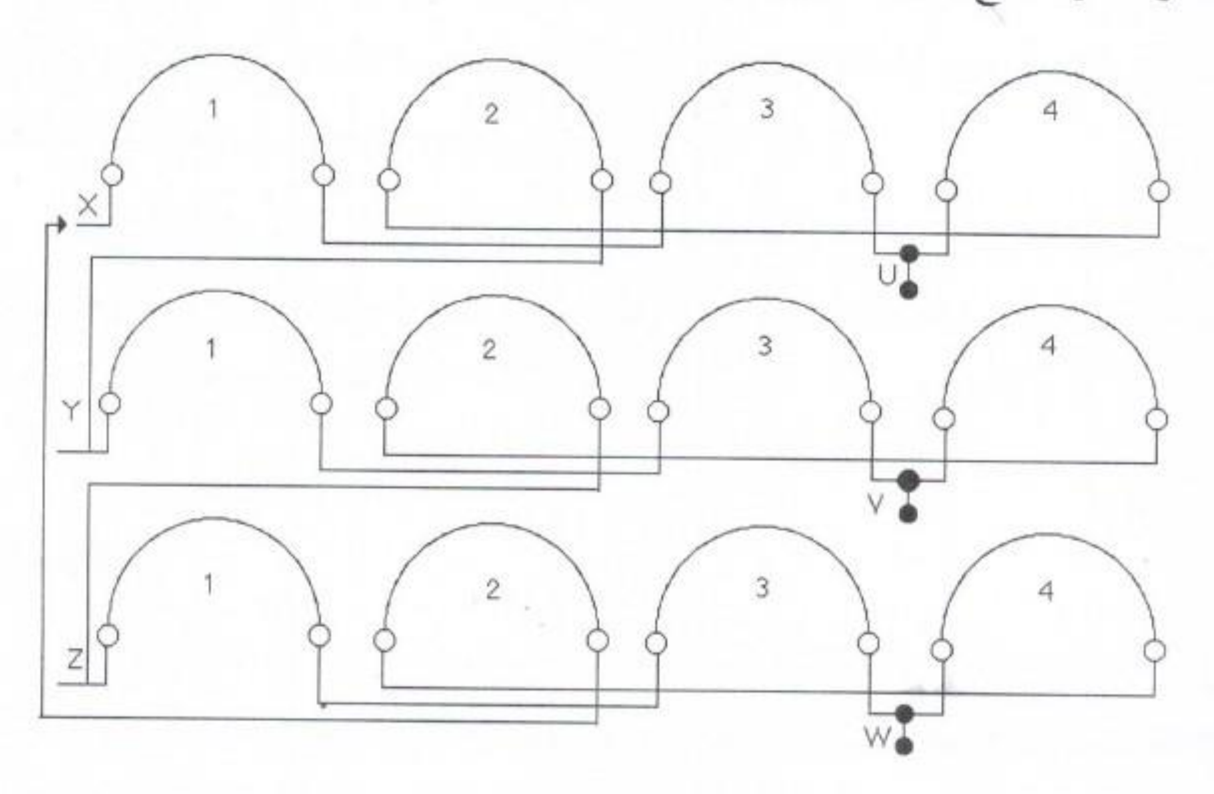
- بداية الفاز الأول (X) يبدأ من أى طرف
- بداية الفاز الثانى (Y) يبدأ من المجموعة الواقعة قبل نهاية الفاز الأول مباشرةً أو المجموعة الخامسة
- بداية الفاز الثالث (Z) يبدأمن المجموعة الواقعة قبل نهاية الفاز الثانى مباشرةً أو المجموعة التاسعة

جـ- بالنسبة لتوصيل مجموعات الفاز :

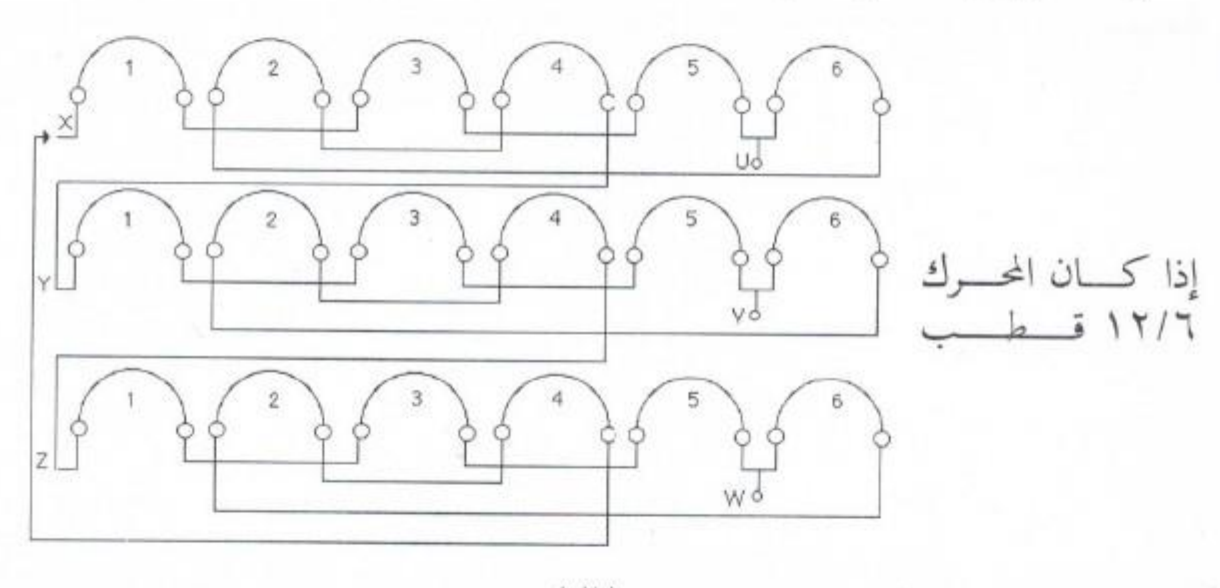
إذا كان المحرك ٢/٤ قطب يصل نهاية المجموعة الأولى مع بداية المجموعة الثانية ويخرج منها الطرف (U)

إذا كان المحرك ٤ / ٨ قطب يصل نهاية المجموعة الأولى مع بداية المجموعة الثالثة.

ونهاية المجموعة الثالثة مع بداية الرابعة ويخرج منها الطرف (U). ثم يصل نهاية المجموعة الرابعة مع بداية المجموعة الثانية.



وهكذا كلما زاد عدد الأقطاب فهو دائماً يصل نهاية مع بداية بالنسبة للمجموعات الفردية أى الأولى مع الثالثة والثالثة مع الخامسة. حتى يصل الى المجموعة قبل الأخيرة فيصل نهايتها مع بداية الأخيرة ثم يعود ليصل نهاية المجموعة الأخيرة مع بداية باقى المجموعات الزوجية لنفس الفاز.



إذا كان المحرك ١٢/٦ قطب

د- بالنسبة لحساب عدد اللفات

تحسب عدد اللفات بنفس القانون الخاص بالسرعة الواحدة. على أساس السرعة البطيئة ويلاحظ إذا كانت السرعة البطيئة ستكون متصلة داخلياً ستار أم دلتا. ودائما تكتب قيمة الفولت للمحرك وهو يعمل على توصيلة دلتا.

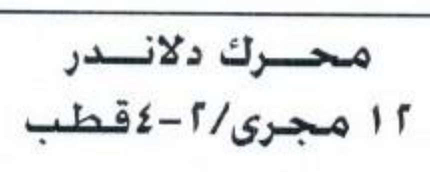
بمعنى إذا كان مصدر التيار الذى سيعمل عليه المحرك ٣٨٠ فولت. ومسجل على يفطة المحرك الرموز Δ.λλ فستضع الفولت ٣٨٠ أما إذا كان مسجل على اليفطة الرموز λ.λλ فستضع الفولت ٢٢٠

ملحوظة :

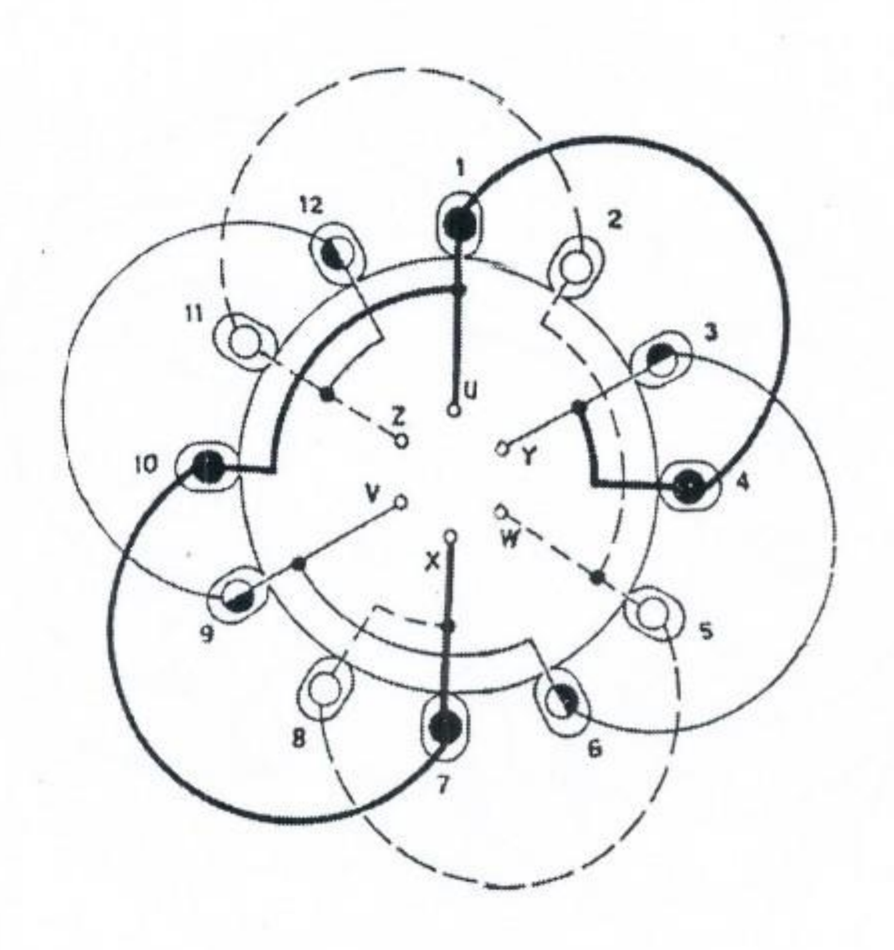
توجد محركات ثلاث سرعات غير متضاعفة تلف كثلاث محركات منفصلة كل سرعة لها ملفاتها وقدرتها وشدة التيار الخاص بها. كذلك توجد محركات ثلاث سرعات عبارة عن محركين منفصلين منهم محرك عبارة عن سرعتين متضاعفتين دلاندر ومحرك آخر سرعة واحدة.

وتوجد محركات ٤ سرعات عبارة عن محركين منفصلين كل منهما سرعتين دلاندر مثلاً ٢ و ٤ قطب والآخر ٦ و ١٢ قطب.

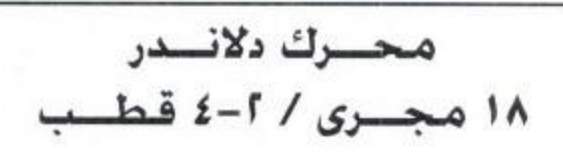
يتم لف المحرك دلاندر بطريقة جانبان بالمجرى أو ملفات متداخلة فقط . ولا يتم لفه بطريقة كرونا . والأفضل هى طريقة جانبان بالمجرى .



$\Delta - \lambda\lambda$



نــوع اللــف	متداخـــــل	سريات المجموعة	١
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	١
خطـــوة اللف	١ : ٤		



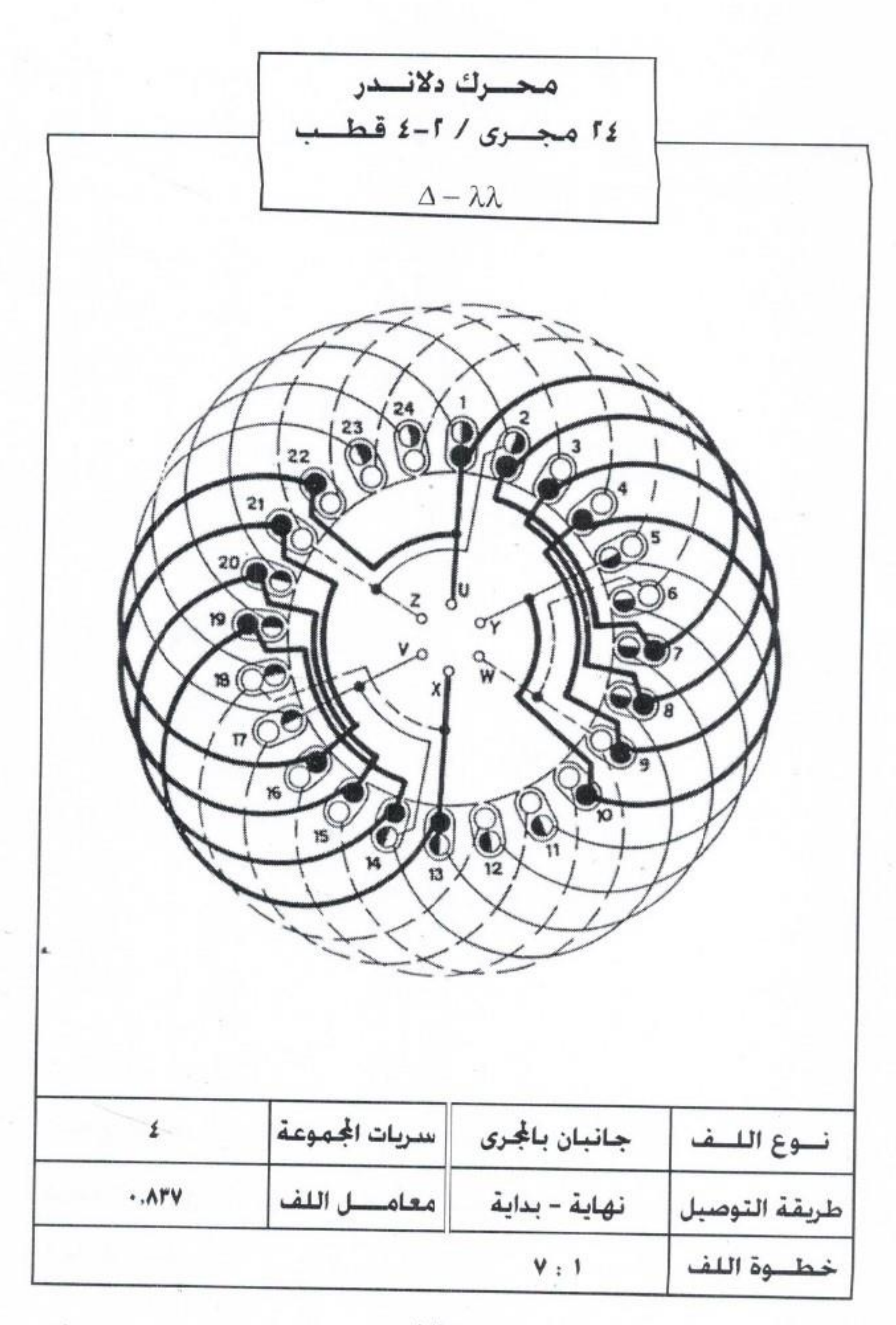
محرك دلاندر
١٨ مجرى / ٢-٤ قطب

$\Delta - \lambda\lambda$

نوع اللف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٣
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامل اللف	٠.٨٣١
خطوة اللف	١ : ٦		

محــرك دلانــدر
٢٤ مجــرى / ٢-٤ قطــب

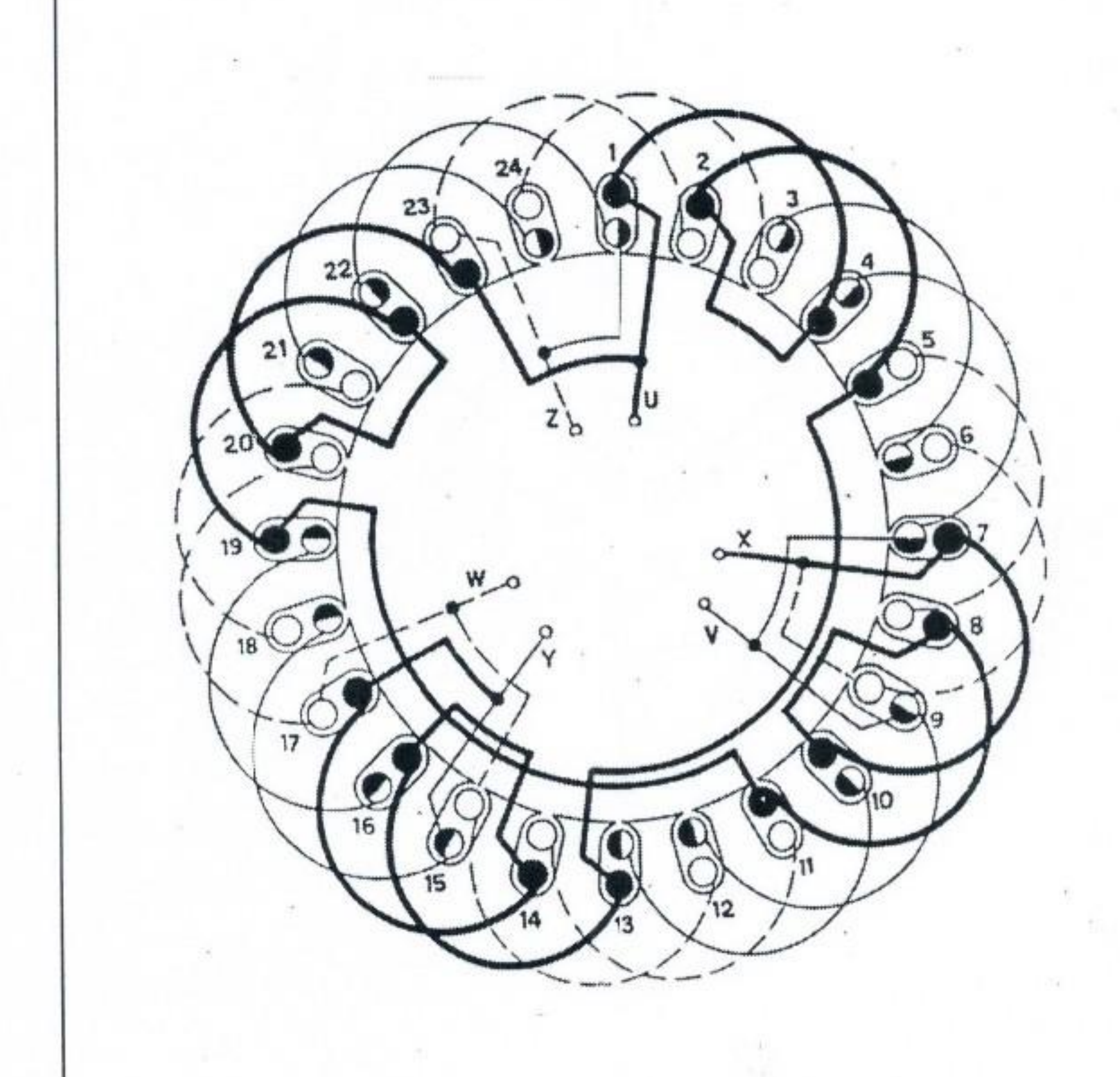
$\Delta - \lambda\lambda$



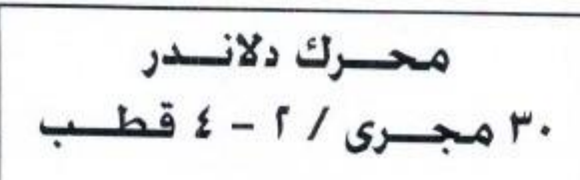
نــوع اللــف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٤
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامــل اللف	٠.٨٣٧
خطــوة اللف	١ : ٧		

محــرك دلانــدر
٢٤ مجــرى / ٤ - ٨ قطــب

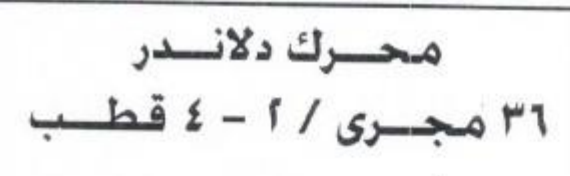
$\Delta - \lambda\lambda$

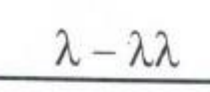


نــوع اللــف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٢
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامــل اللف	٠.٨٦٦
خطــوة اللف	١ : ٤		

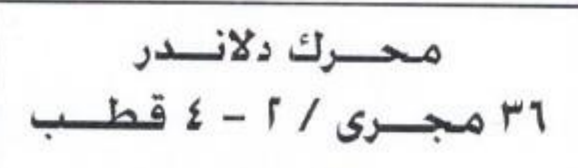

محــــرك دلانـــدر
٣٠ مجــرى / ٢ - ٤ قطــب
$\Delta - \lambda\lambda$

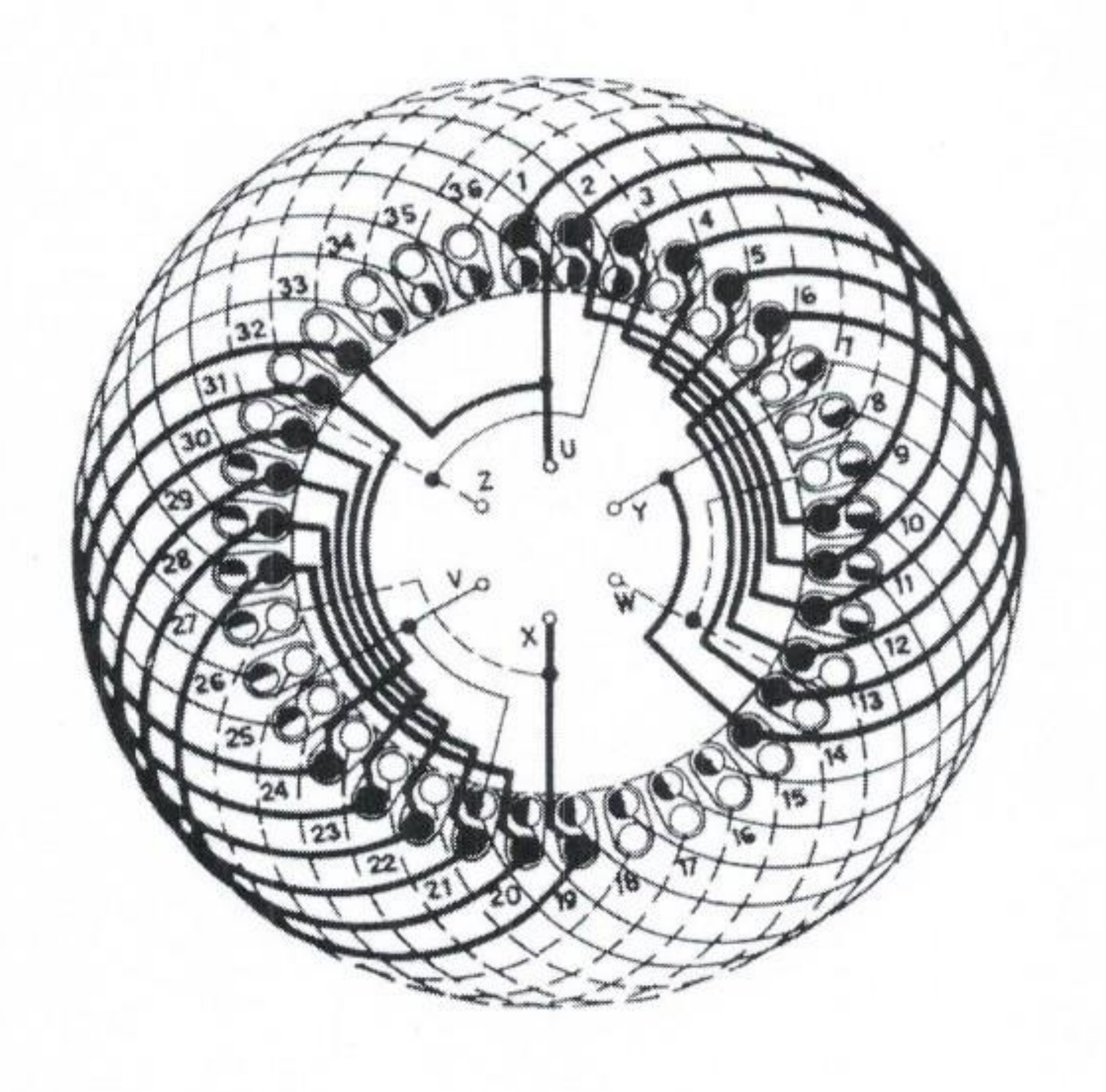
نـــوع اللـــف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٥
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	٠.٨٢٩
خطـــوة اللف	١ : ٩		



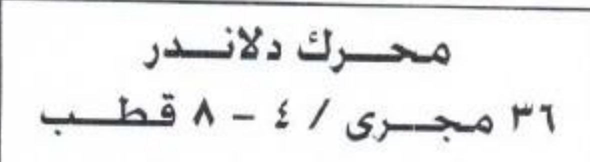


نـــوع اللـــف	جـانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٦
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	٠.٨٣١
خطـــوة اللف	١ : ١٠		

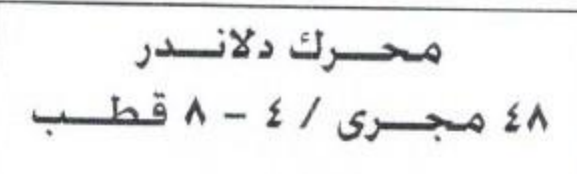


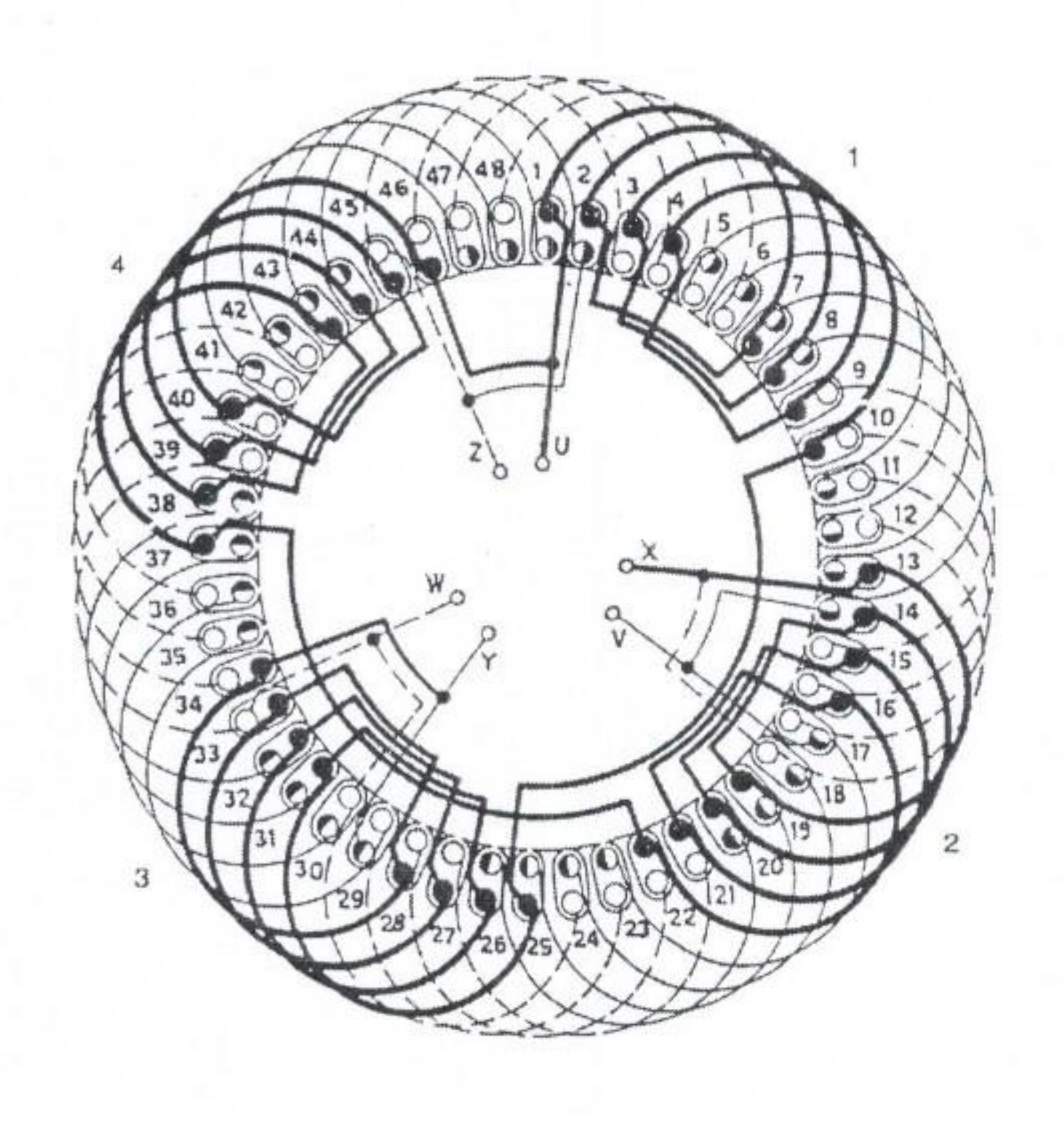


نـــوع اللـــف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٦
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	٠.٨٣١
خطـــوة اللف	١ : ١٠		

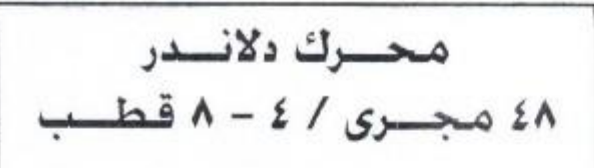


نـــوع اللـــف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٣
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	٠,٨٣١
خطــوة اللف	١ : ٦		

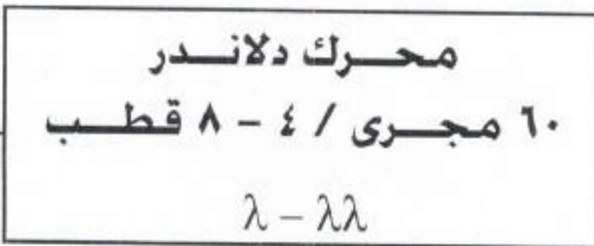




نـــوع اللـــف	جـانبـان بالمجـرى	سريات المجموعة	٤
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	٠.٨٣٧
خطـــوة اللف	١ : ٧		



نــوع اللــف	متداخـــل	سريات المجموعة	٢
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	٠.٩٦٦
خطــوة اللف	١ : ٦ - ٨		



محـــرك دلانـــدر
٦٠ مجـــرى / ٤ - ٨ قطـــب

$\lambda - \lambda\lambda$

نــوع اللــف	جانبان بالمجرى	سريات المجموعة	٥
طريقة التوصيل	نهاية - بداية	معامـــل اللف	٠.٨٢٩
خطــوة اللف	١ : ٨		

محركات قفص سنجاب
وجه واحد

محركات الوجه الواحد تختلف نوعاً ما عن محركات الثلاث أوجه. فكما علمنا أن الملفات الموجودة بالمحرك ٣ فاز موزعة بالتساوى على كل فاز وعند إتصالها بالتيار تتولد ثلاث مجالات مغناطيسية بين كل مجال والمجال الآخر زاوية معينة وبالتالى يبدأ المحرك دورانه بعزم الثلاث مجالا. ولكن محركات الوجه الواحد تتصل بطرفان فقط. فإذا وصل بهما بداية ونهاية ملفات فازة واحدة فسيتولد مجال مغناطيسى واحد فى لحظة واحدة يؤدى إلى فرملة المحرك بدلاً من دورانه. لذلك فهو يضع ملفات فازة أخرى. تحدث مجالاً آخر مع ملفات ا لفاز الأول حتى يتثنى للمحرك البدء فى الدوران بقوة المجالين. ولذلك فعزم دوران محركات الوجه الواحد أقل من عزم دوران محركات الثلاث أوجه. وطبيعى أنك ستجد حجم المحرك الوجه الواحد أكبر من حجم محرك ثلاث أوجه نفس القدرة. ولا يمكن تصيميم محرك وجه واحد ليعمل بقدرات عالية فلا تتعدى قدرات محركات الوجه الواحد أكثر من ١٠ حصان. فى حين أن محركات الثلاث أوجه تصل قدراتهما إلى ما تشاء ومنها أيضاً قدرات صغيرة جداً. ولذلك فى حالة وجود مصدر تيار ٣ فاز يفضل أن تكون المحركات ثلاث أوجه. لأن عزم دوران محركات الثلاث أوجه أكبر وأعطال محركات الوجه الواحد أكثر لما يحتويه من ملحقات إضافية مثل مفتاح الطرد المركزى أو المكثف أو غيرها كما سنرى فى التوصيل الخارجى.

وتتنوع طرق التقسيم لهذا المحرك رغم أنها فى النهاية تخضع لنفس قوانين التوصيل الداخلى لمحركات الثلاث أوجه مع ملاحظة أن هنا سيكون التقسيم على أساس فازتين فقط بحيث كل فاز يكون نفس عدد أقطاب المحرك فإذا كان المحرك مثلا ٤ قطب يقسم الفاز الأول بحيث يكون ٤ مجموعات متجاورة والتيار يمر بهم فى إتجاه

معاكس وتسقط هذه المجموعات أولاً وتعتبر بمثابة الملفات الأساسية أو ملفات التشغيل . هذا بالنسبة للفاز الأول أو كما يسمى ملفات التشغيل.

أما بالنسبة للفاز الثانى فهو يقسم أيضاً بحيث ملفاته تكون متجاورة والتيار فيهم فى اتجاه معاكس. أو مجموعتين غير متجاورتين ويمر التيار فيهم فى إتجاه واحد.

وتسقط ملفات الفاز الثانى فوق ملفات التشغيل ويطلق على ملفات الفاز الثانى ملفات التقويم. ولا يشترط فى محركات الوجه الواحد أن يكون ملفات الفاز الأول (التشغيل) مساوية لملفات الفاز الثانى (التقويم). فمن الممكن أن تكون ملفات التقويم أقل من حيث عدد الملفات أو اللفات أو سمك السلك. ومن الممكن أيضاً أن يكون التشغيل والتقويم متساويان فى هذه النقاط أو بعضها. وهذا تبعاً لتصميم المحرك بالنسبة للتوصيل الخارجى إذا كانت ستستمر ملفات التقويم بالدائرة أو سيفصل عنها التيار بعد بدء دوران المحرك مباشرةً.

ومن أكثر طرق التقسيم تطبيقاً هى أنه يحدد خطوة أكبر ملف بملفات التشغيل بالقانون:

*** خطوة أكبر ملف تشغيل = عدد المجارى ÷ عدد الأقطاب**

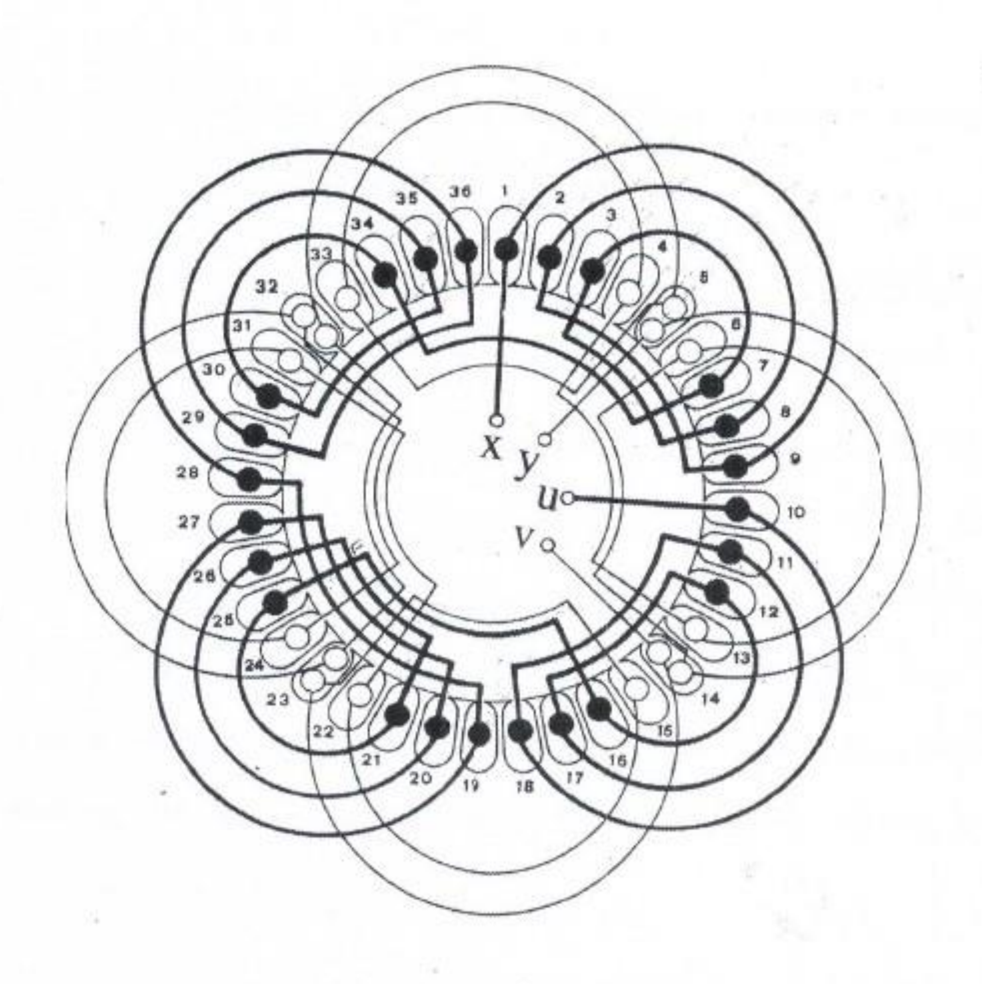
أو

*** خطوة أكبر ملف تشغيل = عدد المجارى ÷ عدد الأقطاب الناتج + ١**

مثـــال :

محرك وجه واحد ٣٦ مجرى / ٤ قطب

خطوة أكبر ملف تشغيل = ٣٦ ÷ ٤ = ٩



وضع ملفات التشغيل عبارة عن ٤ مجموعات متجاورة خطوة أكبر ملف فيهم ١ :٩ وبداخله ١ :٧ و ١ :٥ ويتم تسقيطهم أولاً ويتصلوا معاً بنفس قوانين توصيل محركات الثلاث أوجه أى نهاية مع نهاية والتيار يمر عكس الإتجاه حيث أن وضع المجموعات متجاور وأخرج الطرفان U-X

أما بالنسبة للملفات التقويم ولها فى هذه الدائرة ثلاث مجارى داخل كل مجموعة. وضع ملف بين أول مجرى يمين مع أول مجرى فى المجموعة الأخرى وكذلك أول مجرى من جهة الشمال أما المجرى الوسطى فقد وضع بها مشترك ملف يمين وآخر شمال. وأصبحت مجموعة التقويم مكونة من ملفين وأتصلت المجموعات الأربعة معاً نهاية مع نهاية وبداية مع بداية ويخرج الطرفان V-Y

ملحوظة :

من الممكن وضع ملف تقويم آخر بخطوة ١ : ٦ مشترك مع ملف التشغيل وليس

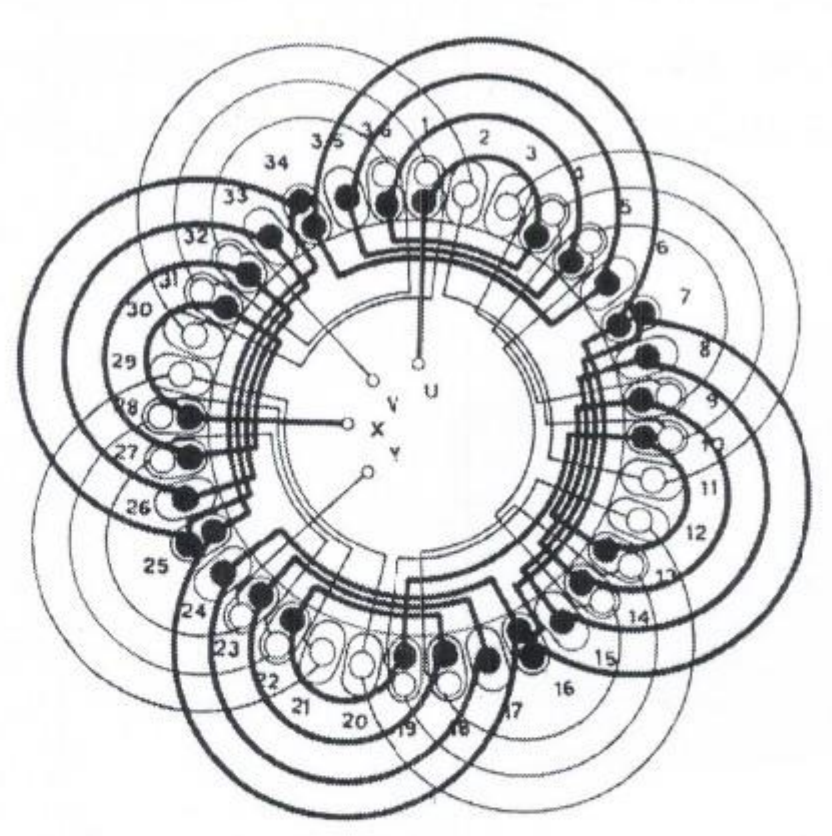
بالضرورة أن تكون جميع ملفات التقويم فى مجارى خاصة بها فمن الممكن أن تجد ملف تقويم فوق ملف تشغيل أو ملفين تشغيل معاً فى مجرى واحدة أو أيضاً ملفين تقويم فى مجرى واحدة.

تطبيق المثال بالقانون الثانى :

عدد المجارى ÷ عدد الأقطاب الناتج + ١ = خطوة أكبر ملف

٣٦ ÷ ٤ = ٩ + ١ = ١٠

إذن خطوة أكبر ملف = ١ : ١٠

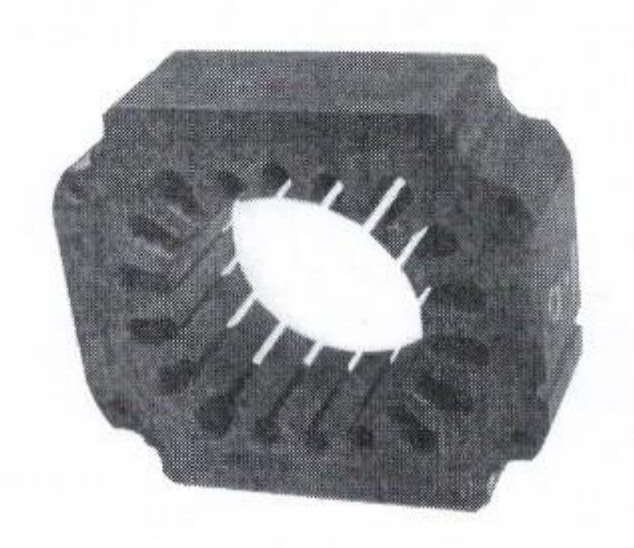


ونلاحظ فى المثال السابق أنه وضع أيضاً ٤ مجموعات تشغيل ولكن هنا أكبر ملف تم تسقيطه مشتركاً مع الملف الأكبر للمجموعة الأخرى بخطوة ١ :١٠ وداخله ملف بخطوة ١ : ٨ و ١–٦ و ١ : ٤ والمجموعة هنا مكونة من ٤ ملفات والتوصيل بينهم نهاية مع نهاية والتيار يمر عكس الاتجاه وأخرج طرفين التشغيل X - U

أما بالنسبة لملفات التقويم ولها هنا مجرتين داخل كل مجموعة وضع فى كل مجـرى ملف معاكس للملف الآخر بخطوة ١ : ٩ ثم وضع الخطوة الأصغر ١ : ٧ و ١ : ٥ فوق ملفات التشغيل وتم توصيل مجموعات التقويم بنفس القوانين بحيث يمر التيار فى إتجاه معاكس وأخرج الطرفان V-Y .

ملحوظـــة :

فى محركات الوجه الواحد عدد لفات الملفات داخل المجموعة الواحدة لا يشترط أن تكون متساوية ولذلك عند أخذ بيانات من محرك وجه واحد يجب عد جميع ملفات مجموعة واحدة من التشغيل كل ملف على حده وكذلك مجموعة واحدة من ملفات التقويم . نفس الشيء بالنسبة لقطر السلك يقاس قطر سلك التشغيل وقطر سلك التقويم .

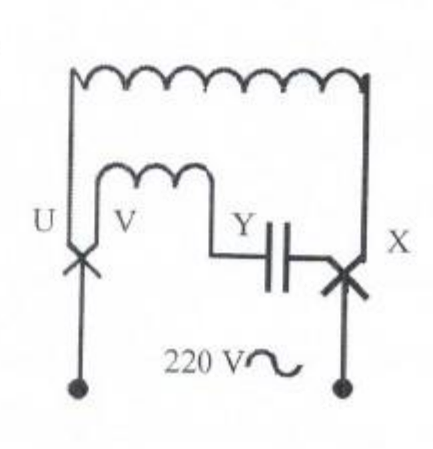


توجد بعض محركات ٢ فاز مجاريها غير متساوية ويجب مراعاة ذلك عند التسقيط فلا يمكن البدء من أى مجرى.

التوصيل الخارجي لمحركات
الوجه الواحد

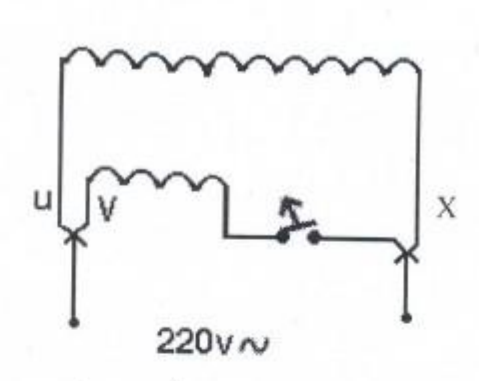
تتعدد طرق توصيل محركات الوجه الواحد تبعاً لتصميم الملفات من الداخل ونسبة عدد لفات التقويم بالنسبة لعدد لفات التشغيل.

١- توصيل المحرك مع مكثف دائم بالدائرة Run Capacitor



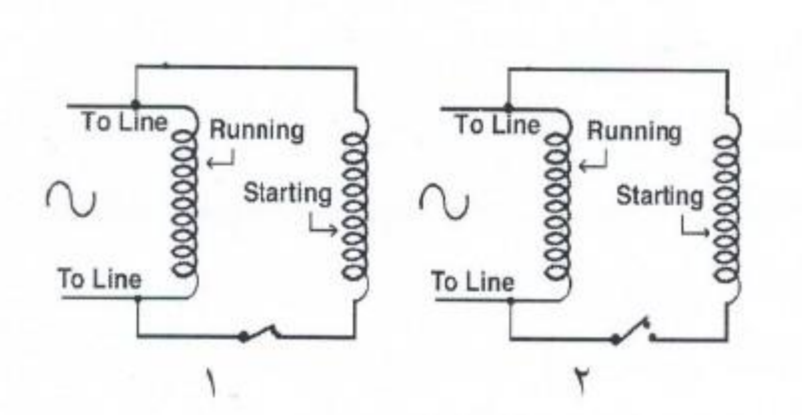
وفى هذه الطريقة يجمع أى طرف تشغيل مع أى طرف تقويم بطرف من مصدر التيار. ثم يصل المكثف بين طرفى التشغيل والتقويم الآخريين. والطرف الثانى لمصدر التيار يصله بطرف المكثف المتصل مع طرف التشغيل. وتكون لفات التقويم فى هذه الحالة تساوى عدد لفات التشغيل تقريباً. أما بالنسبة لمساحة مقطع سلك التقويم فمن الممكن أن تتساوى مع مساحة مقطع سلك التشغيل أو أقل منه تختلف فى تصميم محرك إلى محرك آخر كذلك سعة المكثف هنا فهى مرتبطة بمقاومة ملفات التقويم فكلما زادت مقاومتها أنخفضت سعة المكثف ولذلك ستجد سعة المكثف الدائم فى الدائرة عادةً أقل من سعة المكثف الذى يخرج من الدائرة والمكثف الدائم فى الدائرة له دور آساسى فى التشغيل وتلفه يؤدى إلى عدم قدرة المحرك على الدوران. ولا يمكن الغاء المكثف أو ملفات التقويم وبدء دوران المحرك بدفعه يدوياً فهنا قدرة المحرك معتمدة على مساحة مقطع سلك التشغيل والتقويم معاً فإذا عمل المحرك بملفات التشغيل فقط فسيحترق خاصةً إذا كان يعمل بالحمل. وعند تغيير المكثف فى هذه الطريقة غيره بمكثف نفس السعة قدر المستطاع فالزيادة فى سعة المكثف تؤدى إلى ارتفاع فى شدة التيار وهذا مكثف دائم فى الدائرة فيكون تأثيره على إتلاف المحرك تأثيراً مباشراً.

٢- توصيل المحرك مع مفتاح طرد مركزى (Centrifugal switch)



وفى هذه الطريقة يجمع أى طرف تشغيل مع أى طرف تقويم بطرف من مصدر التيار ثم يصل طرفى مفتاح الطرد المركزى مع طرفى التشغيل والتقويم الآخرين والطرف الثانى لمصدر التيار يصله بطرف المفتاح المتصل مع طرف التشغيل وفى هذه الحالة يكون سمك سلك التقويم وعدد لفاته أقل من سمك وعدد لفات سلك التشغيل فى حدود الثلثين تقريباً. ولذلك لا يمكن لملفات التقويم أن تظل بالدائرة طوال فترة تشغيل المحرك. بل يجب فصلها سريعاً بعد دوران المحرك مباشرةً وهذه هى وظيفة مفتاح الطرد المركزى فعندما يكون المحرك فى حالة سكون تكون نقاط توصيل هذا المفتاح فى وضع توصيل وعند دوران المحرك ووصوله الى سرعته تفصل نقاط التلامس وبالتالى ينقطع التيار عن ملفات التقويم ويكمل المحرك دورانه بقوة المجال المتولد من ملفات التشغيل فقط. أذن فالتقويم هنا وظيفته فقط بدءالدوران مع ملفات التشغيل.

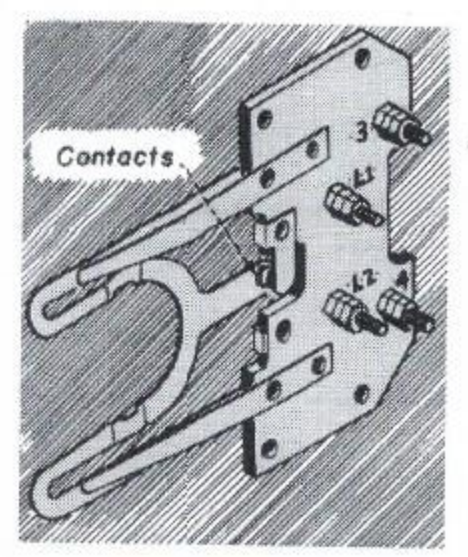
وبالتالى فسمك سلك ملفات التشغيل وحده يتحمل شدة تيار المحرك أثناء الدوران ففى حالة حدوث عطل بملفات التقويم أو مفتاح الطرد المركزى يمكن بدء دوران المحرك بدفع العضو المتحرك يدوياً وبعدها سيكمل المحرك دورانه بقدرته.



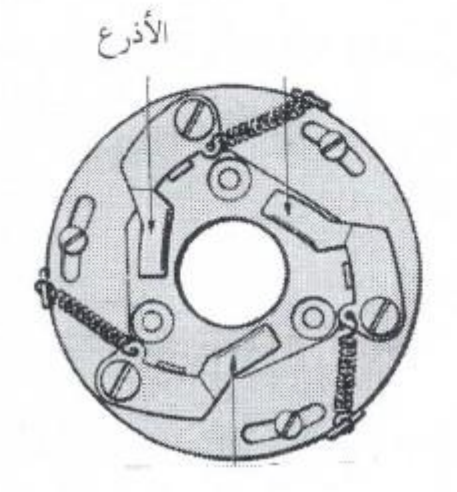
الدائرة رقم ١ توضح وصول التيار الى ملفات التشغيل وملفات التقويم لحظة بدء الدوران حيث أن مفتاح الطرد المركزى موصل.

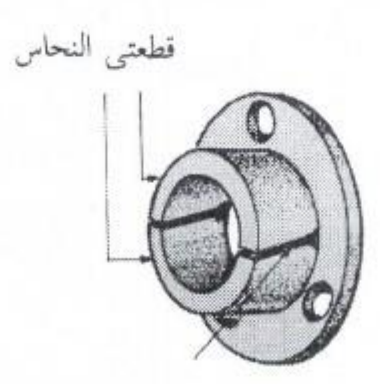
الدائرة رقم ٢ بعد دوران المحرك وقد فصل التيار عن ملفات التقويم بعد فصل مفتاح الطرد المركزى.

تتعدد أشكال مفتاح الطرد المركزى. ودائما الفكرة أنه يركب على الاكس ثقل مع ياى وأمامه قطعة فبر تكون ملامسة للكونتاكت المركب فى غطاء المحرك. وعند الدوران ينفرج الثقل ويرجع بقطعة الفبر للخلف فيفصل الكونتاكت. ونوع آخر يكون الجزء الثابت منه عبارة عن









قطعتين من النحاس بينهم عازل والجزء المتحرك عبارة عن ثلاث ذراعات موصلين معاً ويكونوا ملامسين قطعتى النحاس (فى وضع توصيل) وعند الدوران ينفرج الثلاث أزرع بعيداً عن قطعتى النحاس فيصبحوا (فى وضع فصل).

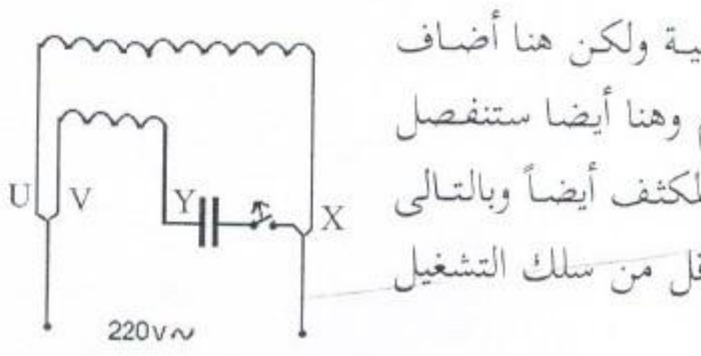
٣- توصيل المحرك بريلي حرارى (PTC)

ويعرف بريلى اليكترونى وظيفته نفس وظيفة مفتاح الطرد المركزى وهى فصل التيار عن ملفات التقويم بعد بدء الدوران. وليس لهذا الريلى أى أجزاء ميكانيكية أو ريشة تلامس ولكنه مكون من مادة معينة مقاومتها صغيرة جداً وهى فى درجة الحرارة العادية وترتفع قيمة مقاومتها كلما أرتفعت درجة حرارتها. وبالتالى فعند توصيل المحرك بالمنبع يصل التيار إلى ملفات التشغيل وملفات التقويم من خلال مقاومة الريلى

الالكترونى التى تكون قيمتها صغيرة جداً وبمرور التيار داخلها ترتفع قيمتها لتصل إلى أكثر من مليون أوم فلا يستطيع التيار المرور من خلالها. فتخرج ملفات التقويم من

الدائرة . وبالتالى فمن الممكن أن يحل الريلى الحرارى محل مفتاح الطرد المركزى أو ريلى التيار . وفى مثل هذه الحالة لا يجب إعادة تشغيل المحرك بعد إيقافه مباشراً . ولكن على الأقل بعد مرور دقيقتين كى تنخفض مقاومة الريلى مرة أخرى .

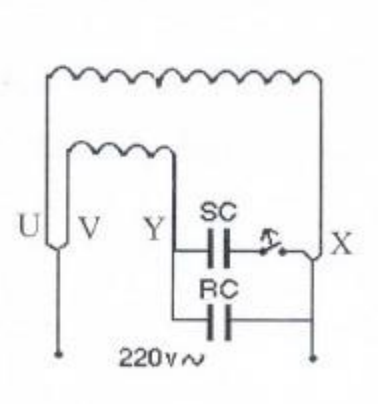
٤- توصيل المحرك بمفتاح طرد مركزي ومكثف بدء



التوصيل كما بالطريقة الثانية ولكن هنا أضاف المكثف بالتوالى مع ملفات التقويم وهنا أيضا ستنفصل ملفات التقويم عن التيار هى والمكثف أيضاً وبالتالى فسمك سلك التقويم وعدد لفاته أقل من سلك التشغيل فى حدود $\frac{٢}{٣}$ تقريباً.

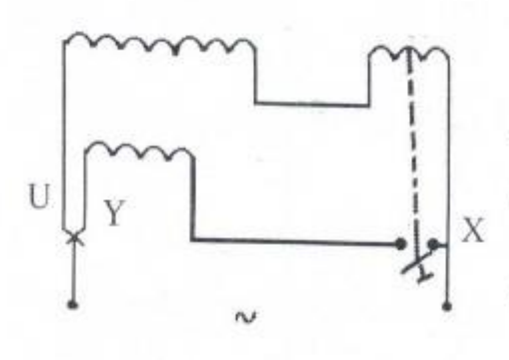
والمكثف فى هذه الطريقة يعتبر مساعداً مع ملفات التقويم فى زيادة عزم بدء دوران المحرك وفى أكثر الأحيان تكون سعته أكبر من سعة المكثف الدائم فى الدائرة.

٥- توصيل المحرك بمفتاح طرد مركزي ومكثف بدء وآخر دائم.

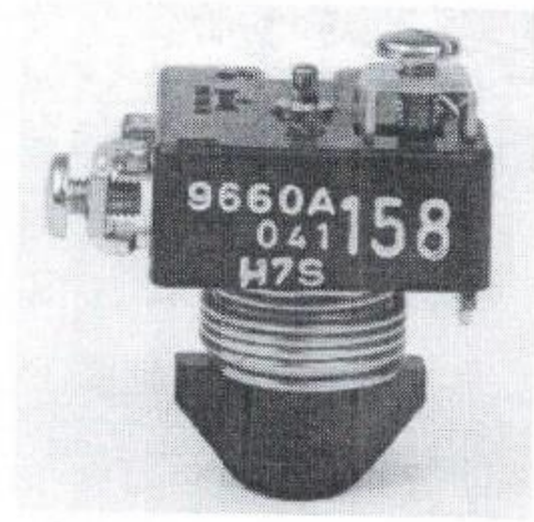


وعادةً تستخدم هذه الطريقة لمحركات أكبر من ٢ حصان تقريباً وهو يبدأ بسعة المكثفين المتصلين معاً على التوازى والأثنان معاً توالى مع ملفات التقويم فتكون سعة المكثفات فى التوازى تساوى سعة مكثف التقويم (SC) + سعة مكثف الدوران الدائم فى الدائرة (RC) وبالتالى يبدأ المحرك بعزم دوران كبير وشدة تيار عالية وبعد الدوران يفصل مكثف البدء ويظل مكثف الدوران بالدائرة.

٦- توصيل المحرك بريلي تيار



وظيفة ريلى التيار هى نفس وظيفة مفتاح الطرد المركزى. وهو مكون من ملف بعدد لفات قليلة وسمك كبير نسبياً لأن ملف الريلى يتصل بالتوالى مع ملفات التشغيل. ونقطة تلامس فى وضع طبيعى مفصولة (NO) وتتصل بالتوالى مع ملفات التقويم ومشترك البوبنبة ونقطة التلامس يتصل بطرف تيار.



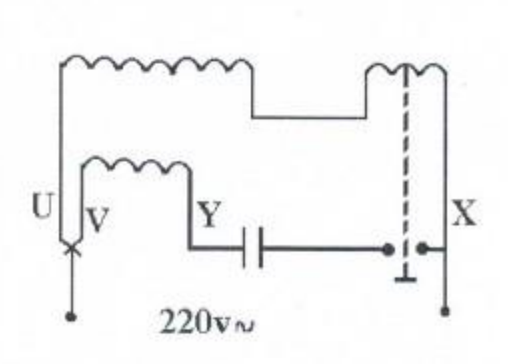
* فكرة التشغيل:

لحظة توصيل المحرك بالمنبع يمر تيار فى ملفات التشغيل وملف الريلى أما التقويم دائرته مفصولة (لأن نقطة تلامس الريلى فى وضع فصل) فيمر تيار عالى فى ملفات التشغيل وبالتوالى معه ملف الريلى فيجذب ملف الريلى نقطة التلامس وتصبح فى وضع توصيل (NC) فيمر تيار فى ملفات التقويم فيبدأ المحرك دورانه فتنخفض شدة التيار المارة فى التشغيل وملف الريلى فتضعف قوة مجاله المغناطيسى فتفصل نقطة تلامس الريلى وتخرج ملفات التقويم من الدائرة. وتتم هذه العملية فى لحظات لا تتعدى الثانية الواحدة أو اكثر قليلاً. لأنه كما تلعم إذا ظل ملف التفويم فى الدائرة مدة أكثر سيحترق ولا يتم توصيل أى ريلى تيار مع أى محرك فالريلى الذى يعمل مع محرك ١/٦ حصان مثلا لا يمكنك توصيله مع محرك١/٣ حصان وهكذا لأن عمل الريلى معتمد أساساً على قيمة تيار البدء وقيمة تيار المحرك أثناء التشغيل. فإذا كانت قيمة تيار البدء أقل من المصمم لها ملف الريلى فلن يستطيع غلق نقطة التلامس وكذلك إذا كانت شدة تيار المحرك أثناء الدوران أكبر من المصمم لها ملف الريلى

فستظل نقطة التلامس مغلقة بقوة المجال المتولد من ملف الريلى.

(يستعمل ريلى التيار فى أكثر الأحيان فى تشغيل محركات الثلاجة الكهربائية)

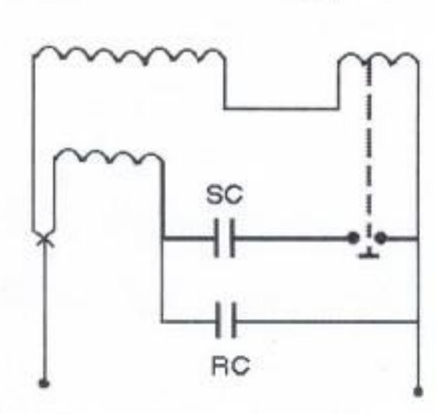
٧- توصيل المحرك بريلى تيار ومكثف بدء



التوصيل مثل الدائرة السابقة رقم (٦) مع زيادة مكثف البدء الموصل بالتوالى مع ملف التقويم والتقويم والمكثف توالى مع نقطة تلامس الريلى فعند فصل نقطة التلامس تخرج ملفات التقويم والمكثف معاً من الدائرة.

ووظيفة المكثف هنا هى زيادة عزم بدء الدوران وتكون سعته مرتفعة.

٨- توصيل المحرك بريلي تيار ومكثف بدء ومكثف تشغيل



وهنا يبدأ المحرك بسعة المكثفين معاً على التوازى فيبدأ بعزم دوران عالى جداً وبعد الدوران يفصل مكثف البدء (SC) ويظل مكثف التشغيل (RC) بالتوالى مع ملفات التقويم فى الدائرة.

٩ - توصيل المحرك بريلى فولت ومكثف بدء ومكثف تشغيل :

يختلف ريلى الفولت عن ريلى التيار فى تكوينه وتقريباً عكسه تماماً فنقطة تلامس ريلى التيار وضعها الطبيعى مفصول بينما نقطة تلامس ريلى الفولت وضعها الطبيعى موصل . ملف ريلى التيار يتصل بالتوالى مع ملفات التشغيل ولذلك عدد لفاته قليلة

وقطره كبير وريلى الفولت ملفه يتصل بالتوازى مع ملفات التقويم ولذلك عدد لفاته كثيرة وقطره رفيع. وعند توصيل المحرك بالمنبع ولحظة البدء يكون فرق الجهد على ملفات التقويم منخفض فتظل نقطة تلامس ريلى الفولت مغلقة ويصل تيار للملفات التقويم وبعد الدوران يرتفع الفولت على ملفات التقويم فتجذب البوبينه الكونتاكت فيفصل التيار عن مكثف البدء.



ملاحظات:

- قليل من محركات الوجه الواحد يكون عدد لفات التقويم اكثر قليلاً من التشغيل.
- فى بعض حالات يلف عدد قليل من اللفات فى ملف تقويم عكس باقى اللفات وذلك يزيد من عزم بدء الدوران. مع ملاحظة أن هذه العملية لا تتم إلا فى حالة خروج التقويم من الدائرة.

كيفية إختبار المكثف

يعرف المكثف بأسماء لغات أخرى مثل كباستور أو كوندنسر وكل مكثف له سعة معينة تقاس بالميكروفراد (MF)

ولإختبار صلاحية المكثف من الممكن إستخدام الأومتر بتوصيلة على طرفى المكثف فيعطى قراءة أوم صغيرة ثم ترتفع تدريجياً بسرعة أى يعود مؤشر الأومتر إلى وضعه الطبيعى. وإذا لم يتحرك مؤشر الأومتر بدل طرفيه على المكثف. وإذا لم يتم تبديل طرفى الأومتر فسيتحرك المؤشر فى المرة الأولى فقط أما المرات التالية فلن يعطى قراءة.

ومن الممكن أن يعطى المكثف قراءة ولكن تكون سعته أضعف لايقدر على بدء حركة المحرك وفى هذه الحالة يفضل اختبار المكثف بتوصيل طرفيه بمصدر الكهرباء

مع قياس شدة تياره واستخدام المعادلة الآتية لتحديد سعته التقريبية.

$$\text{السعة بالميكروفراد} = \frac{\text{شدة التيار} \times ٣١٨٠}{٢٢٠ \text{ فولت}}$$

ويراعى الدقة فى قراءة شدة التيار

ملحوظة :

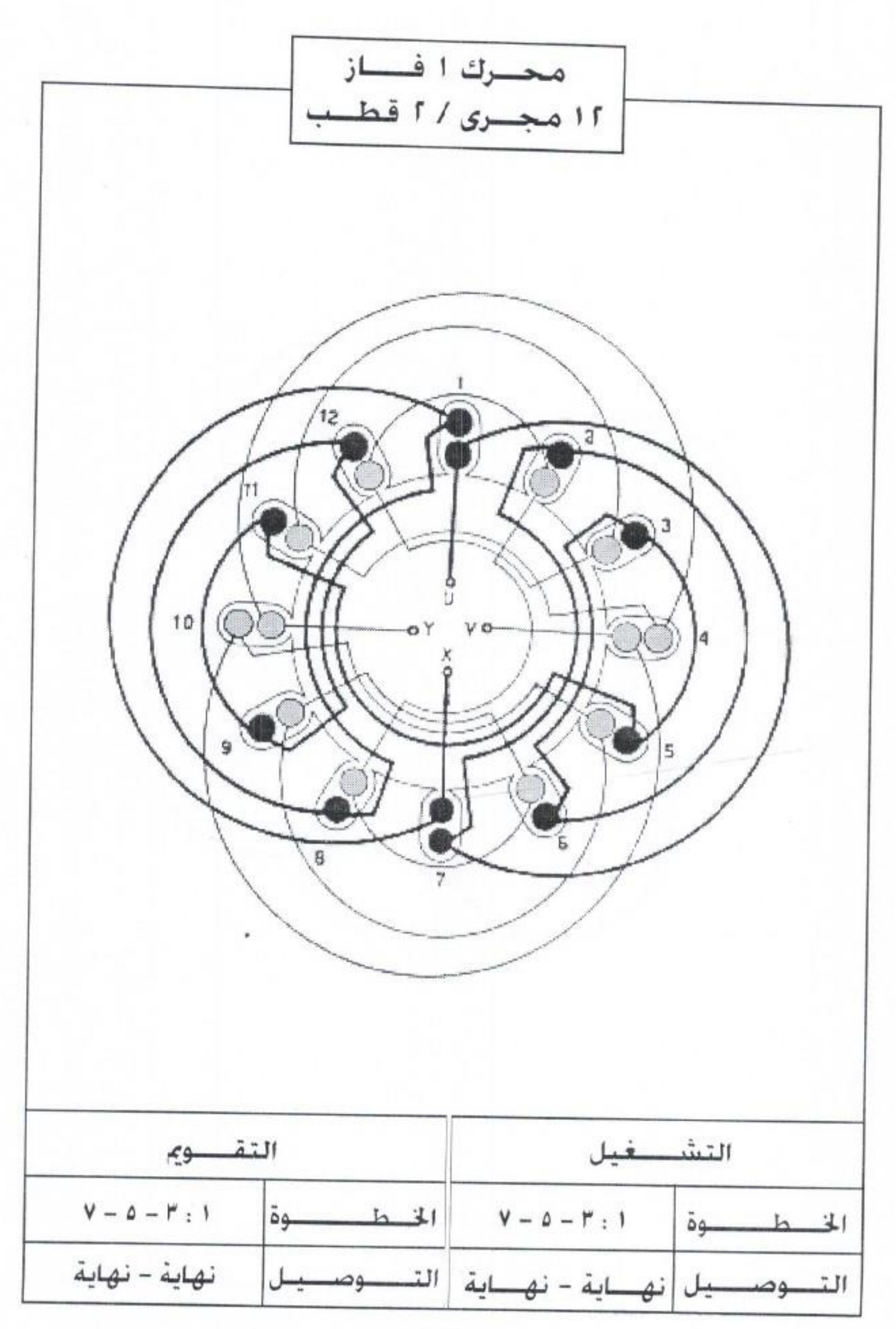
- فى حالة فك أو توصيل أطراف مكثف داخل أى دائرة يجب عمل قصر على طرفيه لتفريغ شحنته حتى لا تتفرغ فيك. ويفضل أن يكون تفريغ الشحنة من خلال مقاومة وليس توصيل طرفيه مباشرةً خاصاً فى المكثفات عالية السعة.
- مكثف البدء تكون فى العادة سعته أعلى ومن النوع ذات السائل الكهربائى (electrolytic) أما المكثف الدائم فيكون من النوع الورقى المشبع بالزيت (Oil impregnated paper).

وإذا استخدم مكثف بدء كمكثف دائم بالدائرة فسينفجر حتى إذا كان نفس سعة المكثف الدائم.

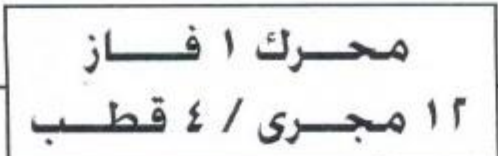
- عند توصيل مكثفين على التوازى تكون السعة الكلية تساوى سعة المكثف الأول + سعة المكثف الثانى
- عند توصيل المكثف بالتيار لتحديد سعته لا يجب تركه فترة طويلة.

وقبل توصيله بالتيار يجب التأكد بواسطة الآومتر أنه ليس فى حالة شورت .

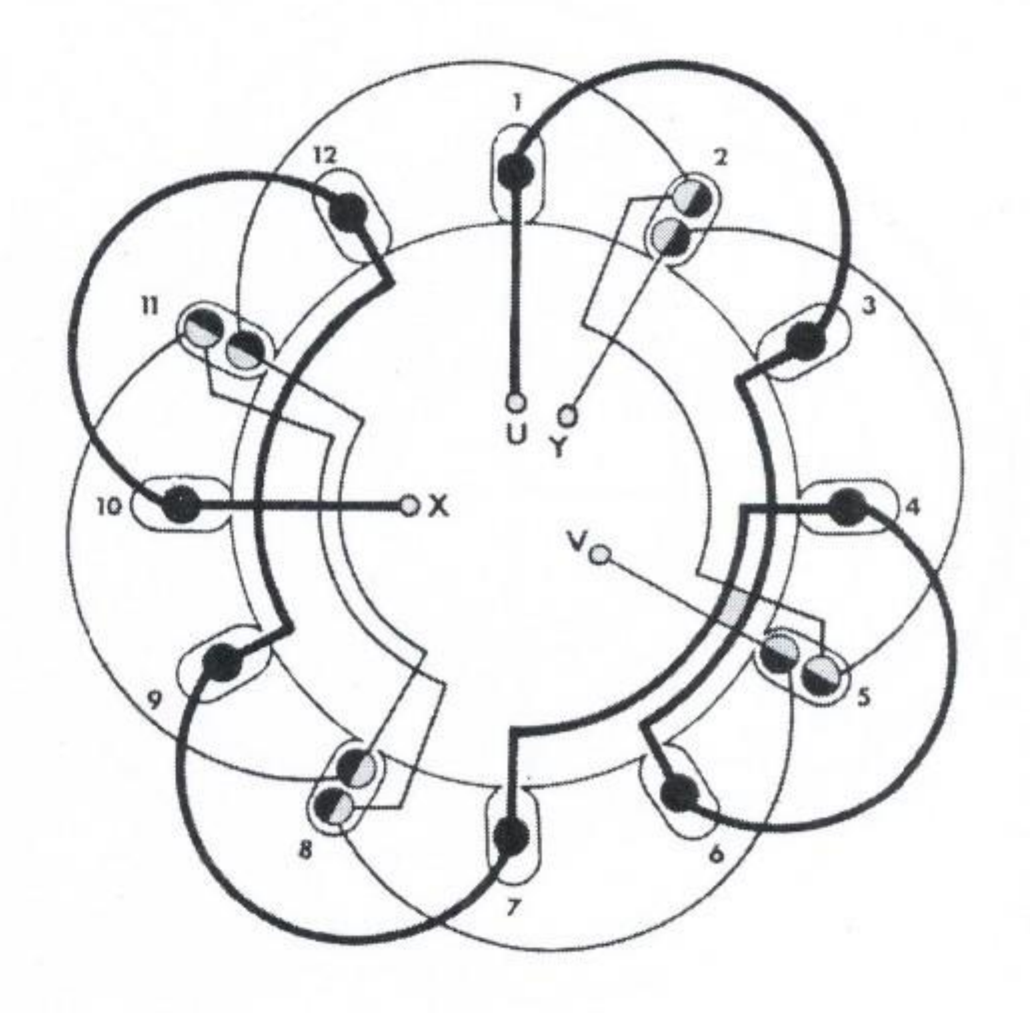
محــرك ١ فـــاز
١٢ مجــرى / ٢ قطــب



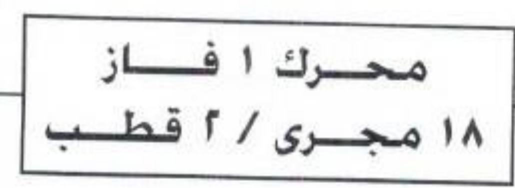
التشـــغيل		التقـــويم	
الخـــطـــوة	١ : ٣ - ٥ - ٧	الخـــطـــوة	١ : ٣ - ٥ - ٧
التـــوصـــيل	نهـــاية - نهـــاية	التـــوصـــيل	نهاية - نهاية



محرك ١ فاز
١٢ مجرى / ٤ قطب

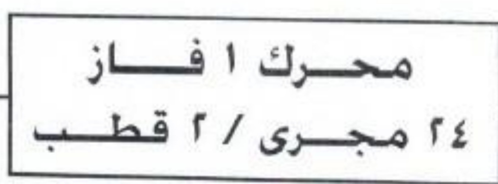


التقويم		التشغيل	
١ : ٤	الخطوة	١ : ٣	الخطوة
نهاية - نهاية	التوصيل	نهاية - نهاية	التوصيل

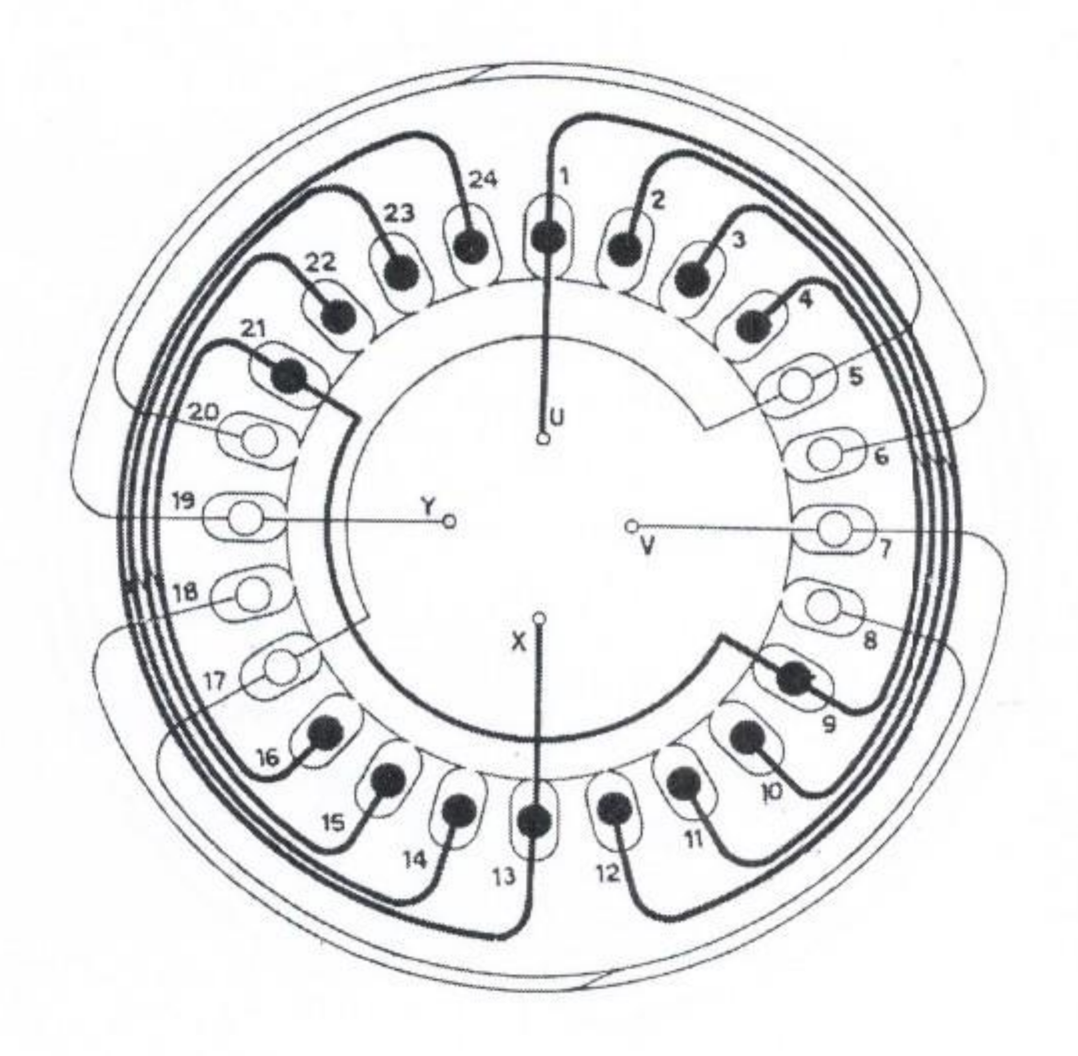


محرك ١ فاز
١٨ مجرى / ٢ قطب

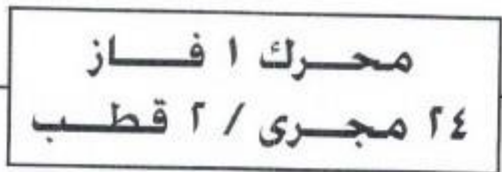
التقويم		التشغيل	
١ : ٨ - ١٠	الخطوة	١ : ٥ -٧-٩	الخطوة
نهاية - نهاية	التوصيل	نهاية - نهاية	التوصيل

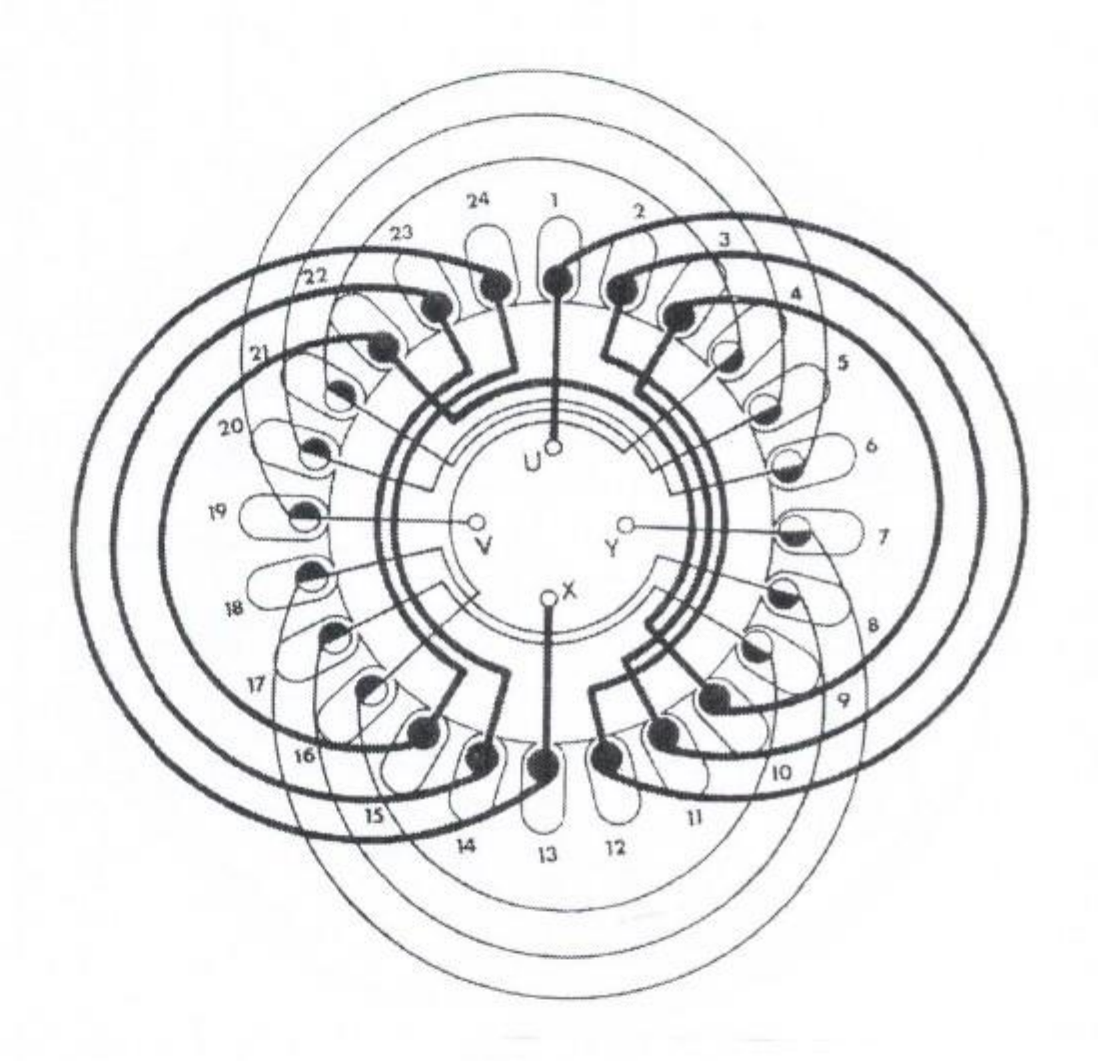


محرك ١ فاز
٢٤ مجرى / ٢ قطب

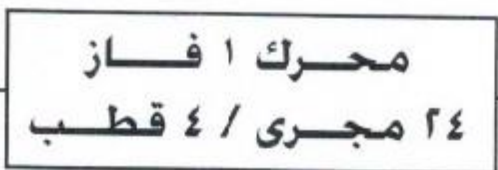


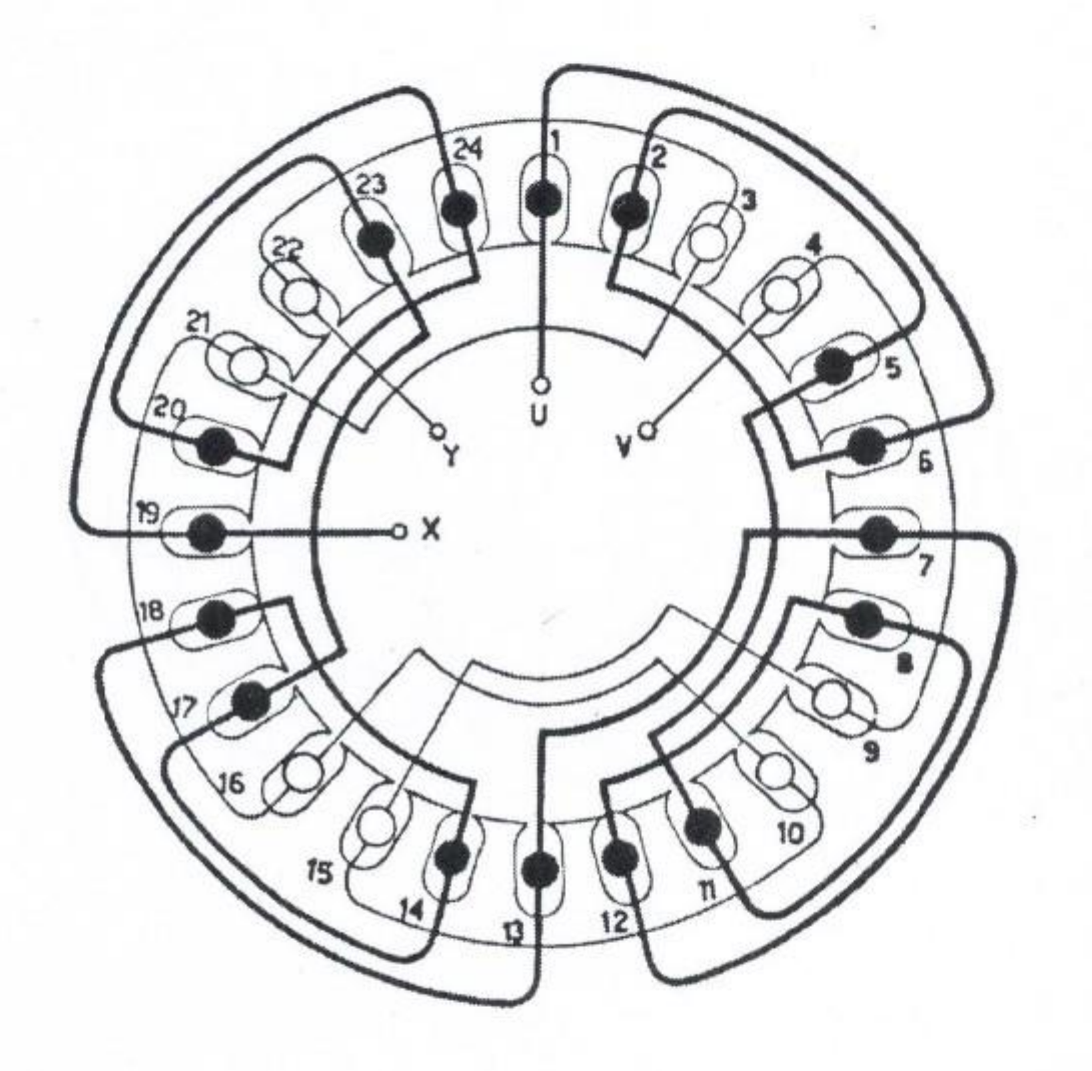
التشغيل		التقويم	
الخطوة	١ : ٦ - ٨ - ١٠ - ١٢	الخطوة	١ : ١٠ - ١٢
التوصيل	نهاية - نهاية	التوصيل	نهاية - نهاية





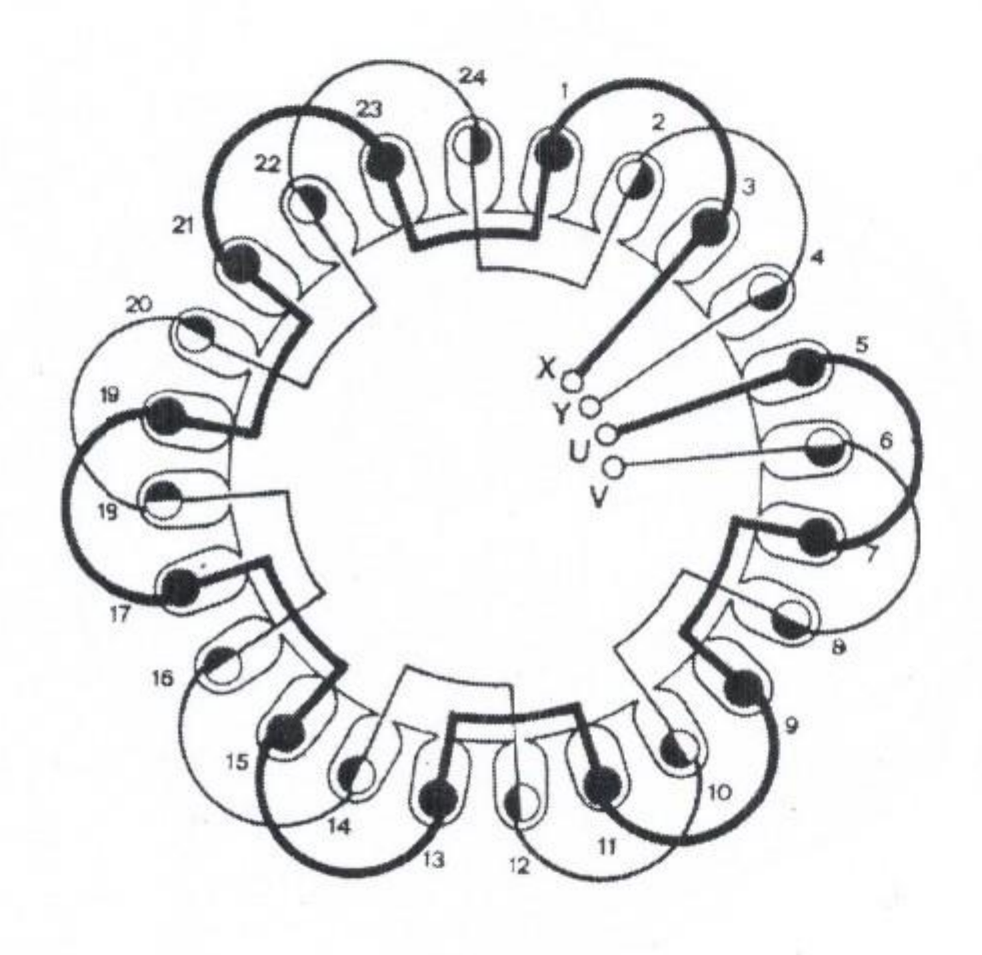
التشـــغيل		التقـــويم	
الخـــطـــــوة	٨ : ١٠ – ١٢	الخـــطـــــوة	١ : ٨ – ١٠ – ١٢
التـــوصـــيل	نهـــاية – نهـــاية	التـــوصـــيل	نهاية – نهاية





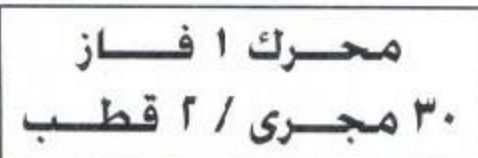
التشـــغيل		التقـــويم	
الخـــطـــوة	١ : ٤ - ٦	الخـــطـــوة	١ : ٦
التـــوصـــيل	نهـــاية - نهـــاية	التـــوصـــيل	نهاية - نهاية

محـــرك ١ فـــاز
٢٤ مجـــرى / ١٢ قطـــب

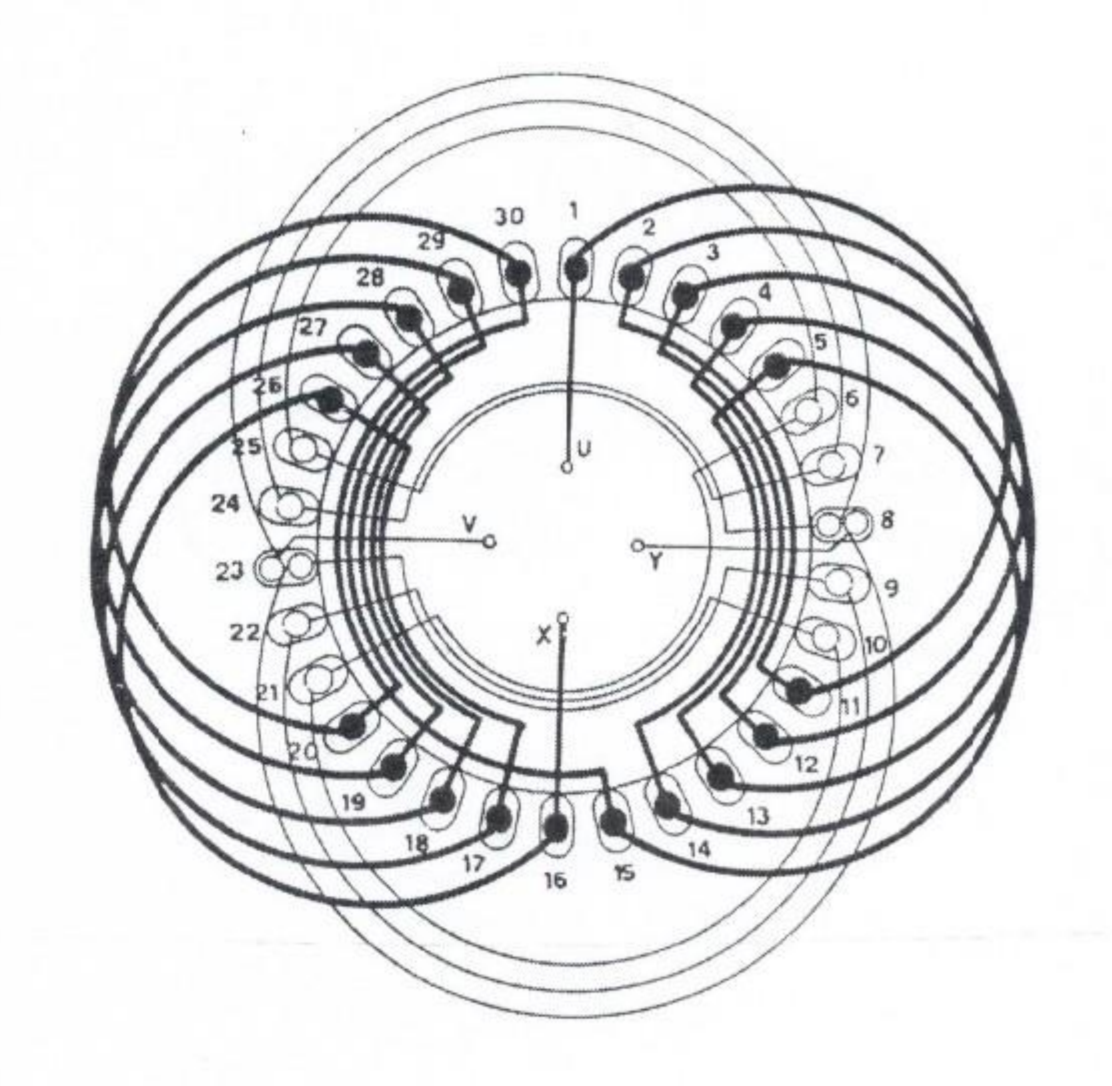


التشـــغيل	
الخـــطـــوة	١ : ٣
التـــوصـــيل	نهـاية - بدايـــة

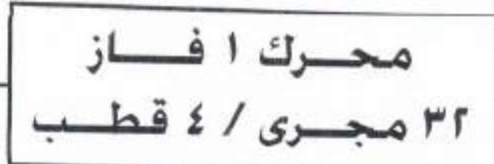
التقـــويم	
الخـــطـــوة	١ : ٣
التـــوصـــيل	نهاية - بدايـــة

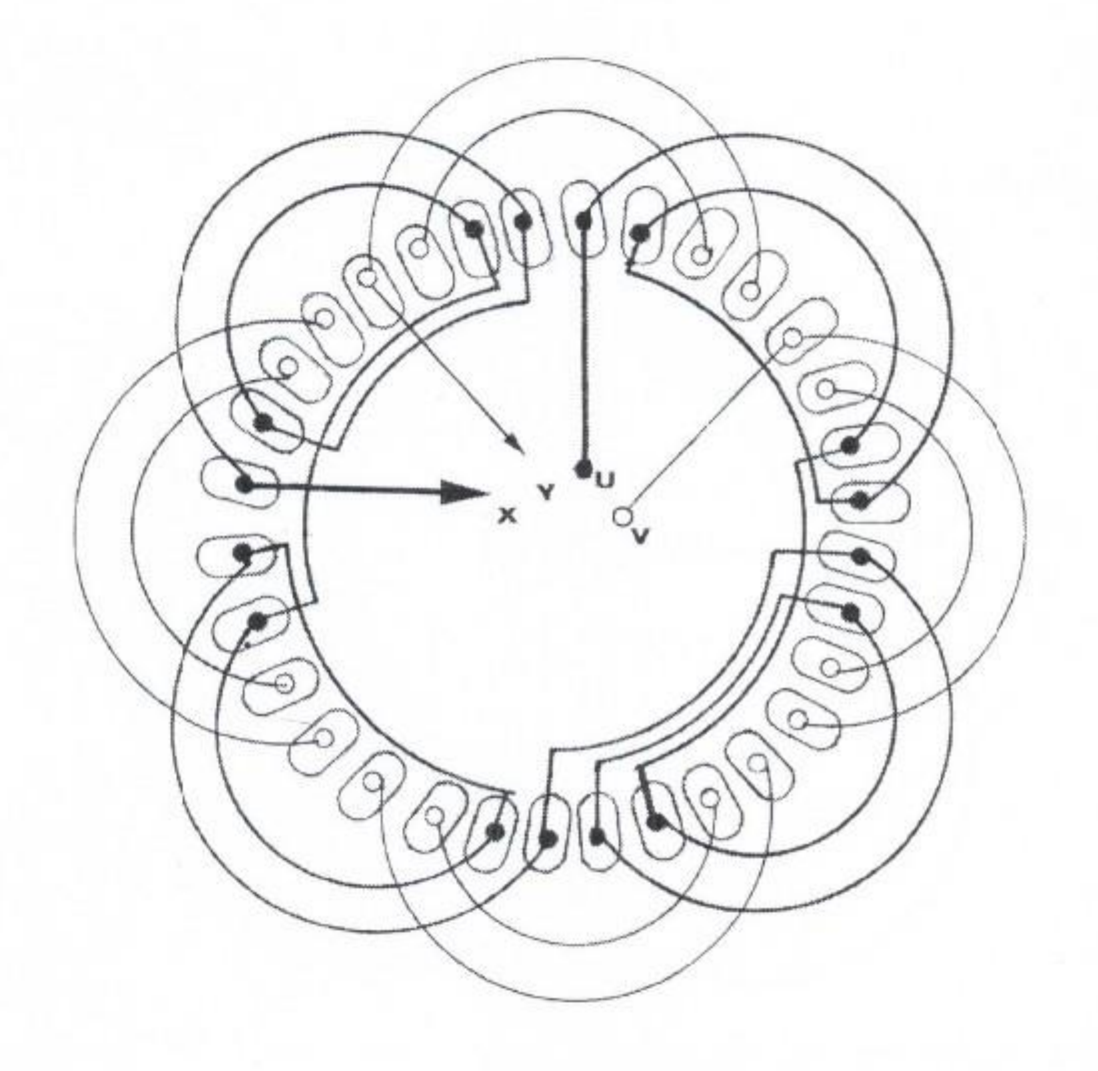


محرك ١ فاز
٣٠ مجرى / ٢ قطب

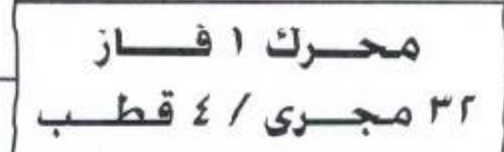


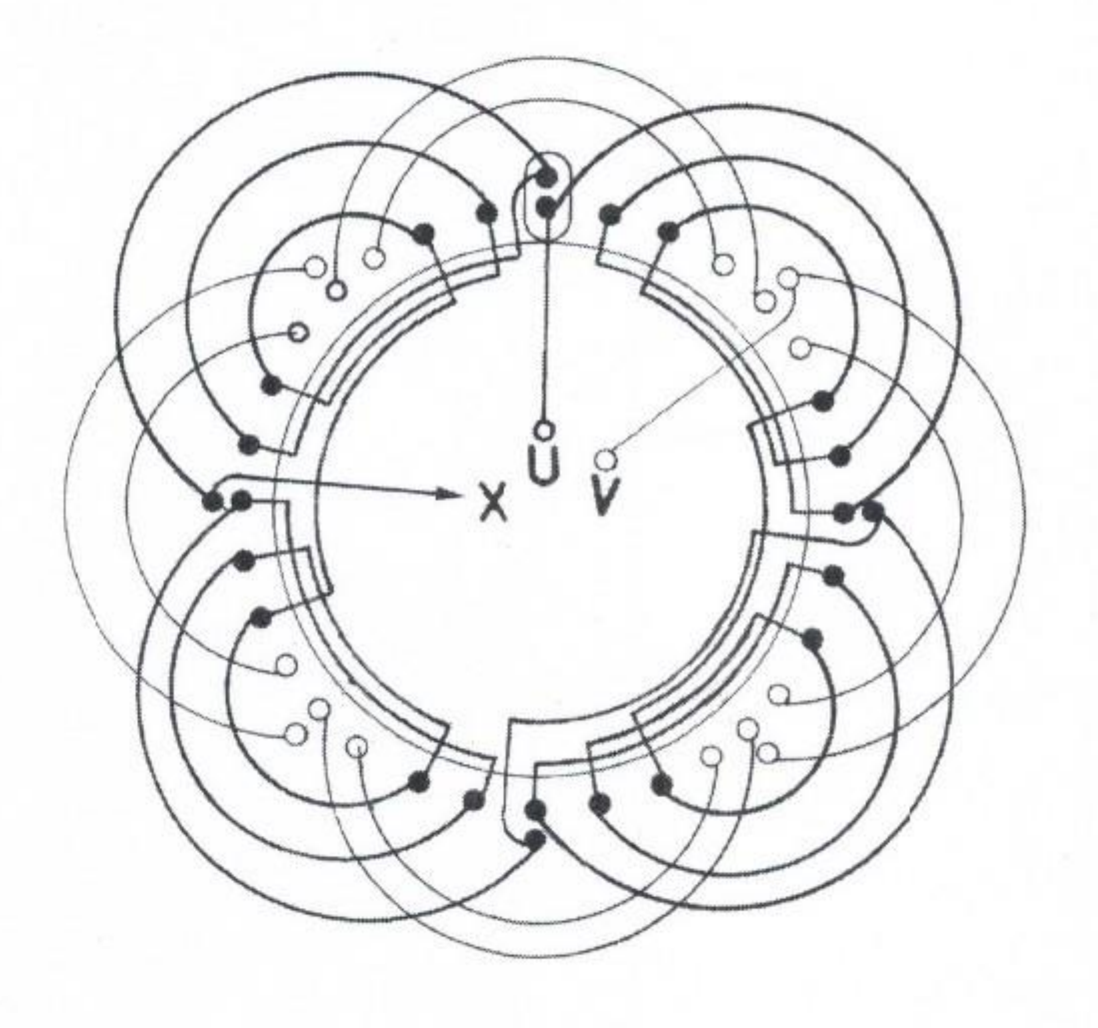
التشغيل		التقويم	
الخطوة	١ : ١١	الخطوة	١ : ١٢-١٤-١٦
التوصيل	نهاية - نهاية	التوصيل	نهاية - نهاية





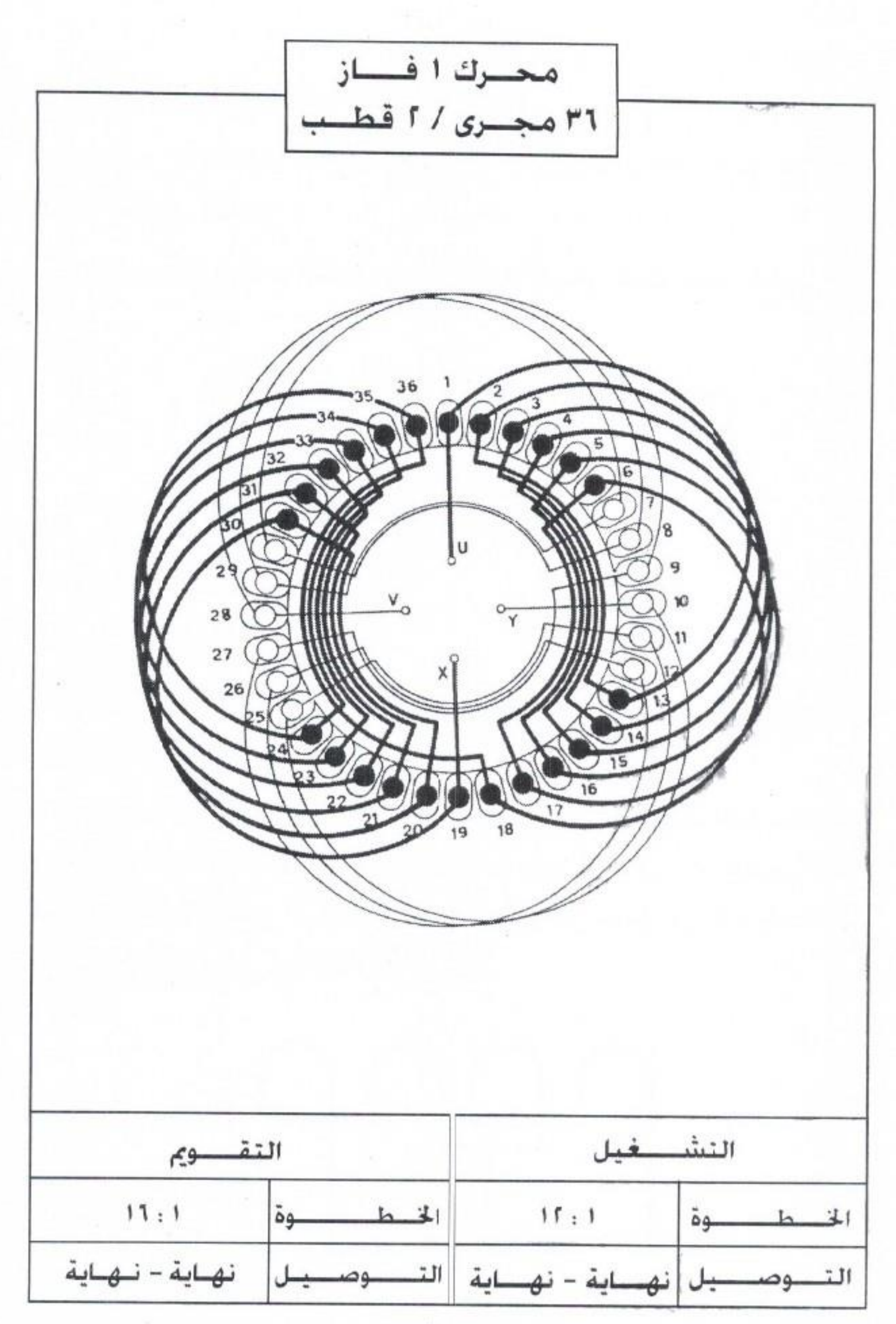
التشــــغيل		التقـــويم	
الخـــطـــــوة	١ : ٦ - ٨	الخـــطـــــوة	١ : ٦ - ٨
التـــوصـــيل	نهـــاية - نهـــاية	التـــوصـــيل	نهـاية - نـهـاية





التشـــغيل		التقــويم	
الخـــطـــوة	١ : ٥-٧-٩	الخـــطـــوة	١ : ٧ - ٩
التـــوصـــيل	نهـــاية - نهـــاية	التـــوصـــيل	نهـاية - نـهـاية

محــرك ١ فـــاز
٣٦ مجــرى / ٢ قطــب

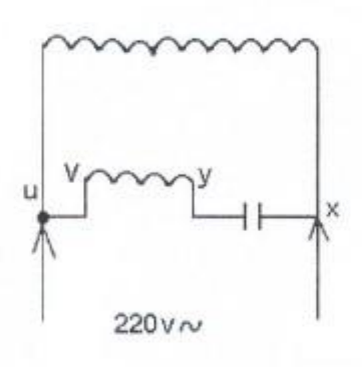


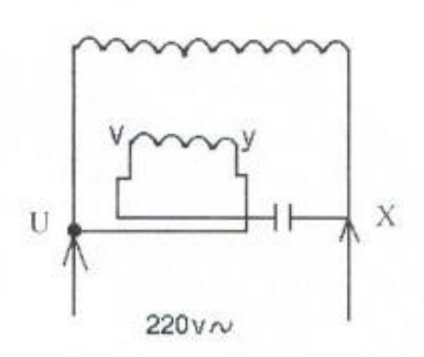
التشغيل		التقويم	
الخطـــــــــوة	١ : ١٢	الخطـــــــــوة	١ : ١٦
التـــوصـــيل	نهـاية - نهـاية	التـــوصـــيل	نهـاية - نـهـاية

* **كيفية تغيير اتجاه دوران محرك وجه واحد**

يتم تغيير اتجاه الدوران بتبديل طرفى ملفات التقويم طرف مكان الآخر. مع تثبيت أطراف التشغيل كما هى

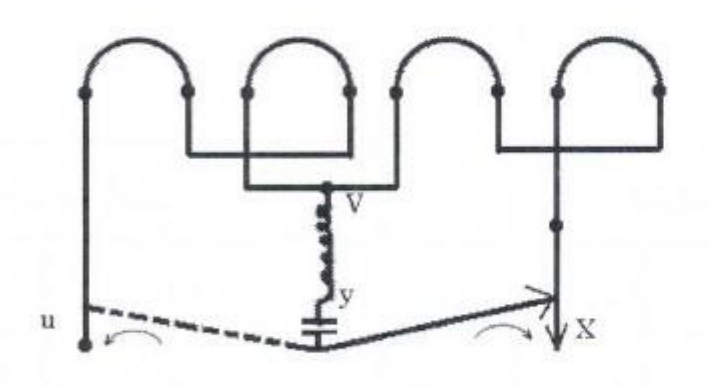
أو بتبديل طرفى ملفات التشغيل طرف مكان الآخر. مع تثبيت أطراف التقويم.



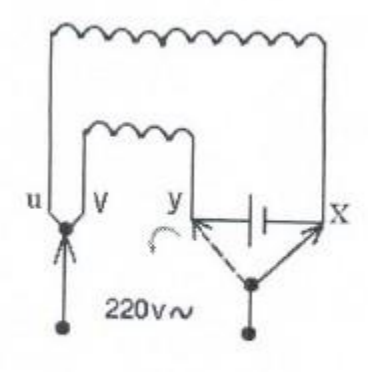


ونفس الطريقة لا تتغير إذا كان المحرك مزود بمفتاح طرد مركزى أو بمكثف ومفتاح طرد مركزى معاً.

والطريقة الثانية يتم توصيل بداية ملفات التقويم مع اللحام الأوسط لملفات التشغيل ويتصل نهاية ملفات التقويم مع المكثف أو مفتاح الطرد المركزى والطرف الثانى للمكثف أو مفتاح الطرد المركزى يلامس بداية التشغيل فيعمل فى إتجاه وإذا تلامس مع نهاية التشغيل يعمل فى الإتجاه الآخر.



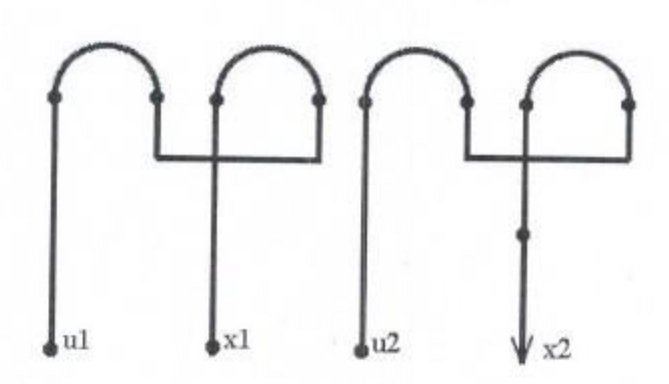
ملحوظة :

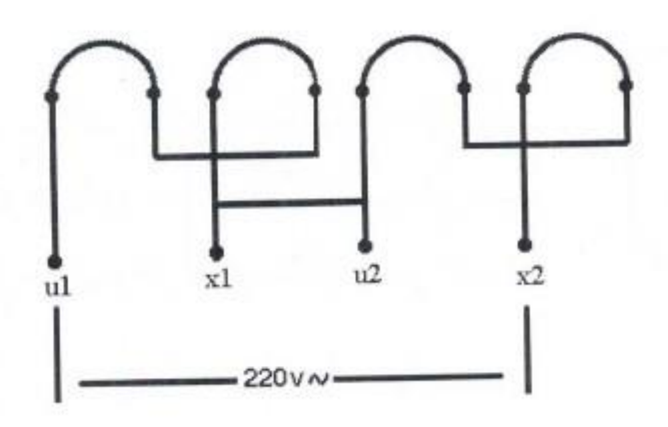


في حالة تساوى ملفات التقويم مع ملفات التشغيل تماماً من حيث عدد اللفات وسمك السلك يمكن تغيير الاتجاه بتبديل طرف التيار الواصل بالمكثف مع الطرف الثانى للمكثف.

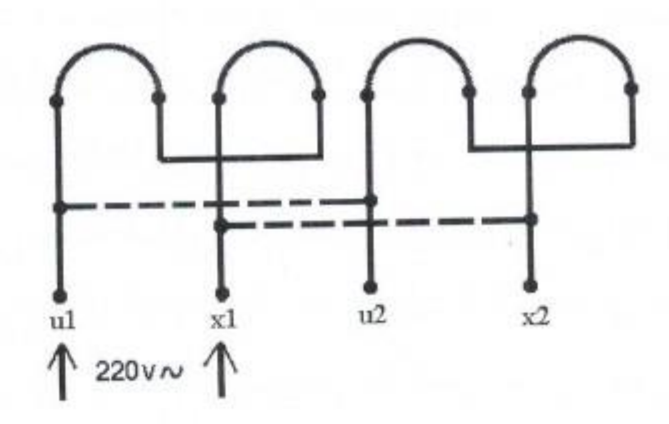
* محركات وجه واحد تعمل على ١١٠/٢٢٠ فولت

توجد بعض محركات وجه واحد يمكن تشغيلها على جهدين مختلفين على سبيل المثال ١١٠ فولت أو ٢٢٠ فولت وكما نعلم أنه كلما زاد الفولت يجب أن يقابله زيادة فى عدد اللفات وكذلك إذا زادت شدة التيار يجب أن يقابلها زيادة فى مساحة مقطع السلك والعكس صحيح ولذلك فى مثل هذه المحركات يقسم الملفات الى جزئين ويخرج ٤ أطراف وفى حالة عمل المحرك على الفولت الأعلى يصل ملفات الجزئين معاً على التوالى فيوزع فرق الجهد على عدد لفات أكثر أما فى حالة تشغيل المحرك على الفولت المنخفض فيصل ملفات الجزئين معاً على التوازى فيوزع فرق الجهد على عدد لفات أقل. وبالنسبة لشدة التيار فعندما يعمل المحرك على ١١٠ فولت يستهلك ضعف شدة التيار وهو يعمل على ٢٢٠ فولت. ولذلك عند توصيله توازى يمر التيار فى مساحة مقطع سلكين معاً.





فى حالة تشغيل المحرك على ٢٢٠ فولت يجمع u2 و x1معاً ويصل X2 و u1 بالتيار.



فى حالة تشغيل المحرك على ١١٠ فولت يصل الجزئين على التوازى u1 مع u2 ويصلهم معاً بطرف تيار و x1 مع x2 ويصلهم معاً بطرف التيار الثانى

جدول شدة تيار ومكثفات

محركات وجه واحد

KW	HP	220V/A	RUN	START
0,075	0,1	0,5	3 MF	--
0,092	0,125	0,6	3,5 MF	--
0,11	0,15	0,8	4 MF	
0,132	0,18	0,9	6 MF	--
0,15	0,2	1	8 MF	--
0,185	0,25	1,2	10 MF	
0,2	0,27	1,3	10 MF	40 MF
0,26	0,35	1,6	12,5 MF	45 MF
0,28	0,38	1,8	14 MF	45 MF
0,37	0,5	2,4	16 MF	45 MF
0,55	0,75	3,5	18 MF	45 MF
0,75	1	4,8	20 MF	50 MF
1,1	1,5	7	30 MF	50 MF
1,5	2	9,7	40 MF	60 MF
1,8	2,3	11,5	40 MF	60 MF
2	2,5	12,5	40 MF	70 MF
2,2	3	14	45 MF	80 MF
3	4	20	45 MF	100 MF
4	5	26	45 MF	120 MF
4,4	6	28	50 MF	130 MF
5,2	7	33	60 MF	150 MF
5,5	7,5	35,5	60 MF	150 MF

ملحوظة :

هذه القيم لمحركات ٤ قطب يمكن أن تختلف بنسب بسيطة من ماركة إلى ماركة أخرى.

علماً بأنه كلما أنخفض عدد الأقطاب تنخفض شدة التيار بنسبة بسبطة جداً . مع ملاحظة أن معامل القدرة فى محركات الوجه الواحد منخفض جداً يصل فى بعض المحركات إلى ٠,٦ .

أما بالنسبة لسعة المكثف فمن الممكن أن تختلف بنسب أكبر من محرك إلى آخر تبعاً لحساب عدد لفات وسمك سلك التقويم الملفوف على اساسه المحرك

RUN.CAP يعنى مكثف التشغيل أى يستمر فى الدائرة.

START. CAP يعنى مكثف البدء أى يخرج من الدائرة بعد دوران المحرك وعادةً تكون سعته أكبر.

ومن الممكن تحديد سعة المكثف الثابت فى الدائرة بواسطة القانون الآتى :

$$\text{سعة المكثف بالفاراد} = \frac{\text{القدرة بالوات}}{(\text{فرق الجهد} \times \sqrt{٢})^{٢} \times \text{تردد} \times ٢ \times ٣,١٤}$$

سعة المكثف بالميكروفراد = الناتج X ١٠٠٠٠٠٠

حساب عدد لفات محرك ١ فاز

قـانـون

$$\text{عدد لفات التشغيل} = \frac{\text{فرق الجهد} \times \frac{١}{٢}\ \text{عدد الأقطاب}}{\text{طول المجرى بالمتر} \times \text{القطر الداخلى بالمتر} \times \sqrt{3} \times ٨٠}$$

توضيح القانون:

عدد لفات التشغيل : هى عدد ملفات التشغيل بالكامل

فرق الجهد : هو أعلى فولت يعمل عليه المحرك

طول المجرى بالمتر : القطر الداخلى لشرائح الجسم الثابت ويحول الى متر

القطر الداخلى بالمتر : القطر الداخلى للجسم الثابت ويحول الى متر

$\sqrt{3}$: يساوى ١,٧٣٢

٨٠ : رقم ثابت

وفى محرك الوجه الواحد لا يمكن تحديد عدد لفات الملف الواحد لأنه كما علمنا من الدوائر السابقة من الممكن وجود ملف تشغيل فى مجرى أخرى بها ملفين أو مركب عليها تقويم ولذلك فهو يحسب عدد لفات المجموعة الواحدة لملفات التشغيل بالقانون :

$$\text{عدد لفات مجموعة التشغيل} = \frac{\text{عدد لفات التشغيل}}{\text{عدد مجموعات التشغيل}}$$

ويتم توزيع عدد لفات المجموعة على ملفاتها تبعاً لحجم المجرى ولا يشترط أن يكون عدد لفات كل الملفات متساوى.

أما بالنسبة لعدد لفات التقويم فذلك يحدد تبعاً للتوصيل الخارجى إذا كانت

ملفات التقويم مستمرة فى الدائرة أو ستخرج منها بعد بدء الدوران. ففى حالة إذا كانت لفات التقويم ستستمر فى الدائرة فعددها يكون مساوياً للفات التشغيل تقريباً.

أما إذا كان المحرك يحتوى على مفتاح طرد مركزى أو ريلى تيار أو أى وسيلة أخرى تخرج ملفات التقويم من الدائرة ففى هذه الحالة فتحسب عدد لفات التقويم بالقانون:

$$\text{عدد لفات التقويم} = \frac{\text{عدد لفات التشغيل} \times ٢}{٣}$$

أى عدد لفات التقويم تساوى $\frac{٢}{٣}$ التشغيل تقريباً

* بالنسبة لحساب مساحة مقطع السلك بنفس قانون الثلاث أوجه

$$\text{مساحة مقطع السلك} = \frac{\text{شدة التيار}}{\text{كثافة التيار}}$$

ومتوسط كثافة التيار فى محركات الوجه الواحد حوالى ٧ أمبير لكل ١ ملم٢ من الممكن أن ترتفع إلى ٨ أمبير فى المحركات الصغيرة أقل من ١ حصان. (راجع موضوع حساب مساحة المقطع لمحركات الثلاث أوجه ص ٨٠)

* **ملحوظة :**

حسابات محركات الوجه الواحد خاصةً القدرات الصغيرة لا تعطى نتيجة دقيقة فهى يتم حسابها على أساس أنها محركات غير معمرة . ولذلك يفضل من يعمل بمجال لف محركات الوجه الواحد أن يسجل داخل أجندة البيانات الكاملة لكل محرك يقوم بإعادة لفه . بحيث إذا جاء له محرك فيه شك من صحة بياناته أو بدون أسلاك يعود إلى البيانات التى سجلها .

ولذلك فقد وضعنا بيانات لبعض محركات ثلث حصان الخاصة بالغسالات العادية. وبعض محركات طلمبات المنازل.

بيانات لمحركات غسالة عادية ثلث حصان

• محـــرك رومـــــاني

التشغيل	٥,٥ ديزيم مزدوج	التقويم	٣,٥ ديزيم
١ : ٣	٥٥ لفة	١ : ٦	٢٠ لفة
١ : ٥	٥٥ لفة	١ : ٨	٢٠ لفة
١ : ٧	٦٢ لفة	١ : ١٠	٥٠ لفة
١ : ٩	٦٢ لفة		

• شبرا للصناعات الهندسية

التشغيل	٧,٥ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٥	٤٢ لفة	١ : ٦	٢٣ لفة
١ : ٧	٨٦ لفة	١ : ٨	٤٥ لفة
١ : ٩	٨٦ لفة	١ : ١٠	٤٥ لفة

• ڤوچـــي

التشغيل	٧ ديزيم	التقويم	٣,٥ ديزيم
١ : ٤	٤٢ ديزيم	١ : ٤	٢١ لفة
١ : ٦	٦٣ لفة	١ : ٦	٢٩ لفة
١ : ٨	٧٧ لفة	١ : ٨	٤٠ لفة

• چنرال أمريكي

التشغيل	٧,٥ ديزيم ألومنيوم	التقويم	٣,٥ ديزيم ألومنيوم
١ : ٤	٣٨ لفة	١ : ٤	٢١
١ : ٦	٦٢ لفة	١ – ٦	٢٧
١ : ٨	٧٢ لفة	١ – ٨	٤٥

● بروك أنجليزي ٢٤ مجري

التشغيل	٧ ديزيم	التقويم	٣,٥ ديزيم
١ : ٤	٧٧ لفة	١ : ٤	٤٠ لفة
١ : ٦	١١٠ لفة	١ : ٦	٦٠ لفة

● بروك إنجليزي ٣٢ مجري

التشغيل	٦,٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٤	٣٩ لفة	١ : ٤	٣٦ لفة
١ : ٦	٥٨ لفة	١ : ٦	٣٦ لفة
١ : ٨	٦٨ لفة	١ : ٨	٤٧ لفة

● بروك إنجليزي ٣٦ مجري

التغشيل	٦,٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٥	٥٥ لفة	١ : ٦	٣٥ لفة
١ : ٧	٧٣ لفة	١ : ٨	٤٢ لفة
١ : ٩	٨٢ لفة	١ : ١٠	٢٤ لفة

● بروك انجليزي ٣٦ مجري

التشغيل	٦,٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٤	٣٦ لفة	١ : ٥	٢٦ لفة
١ : ٦	٣٨ لفة	١ : ٧	٣٨ لفة
١ : ٨	٢٧ لفة	١ : ٩	٤٢ لفة
١ : ١٠	٢٣ لفة		

● ناشيونال ٢٢ مجرى

التشغيل	٧,٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٤	٤٥	١ : ٦	٣٥ لفة
١ : ٦	٦٠	١ : ٨	٤٥ لفة
١ : ٨	٦٠		

● **الالماني VEM ٢٤ مجري**

التشغيل	٦,٥ ديزيم	التقويم	٣,٥ ديزيم
١ : ٤	٧٤ لفة		
١ : ٦	٧٤ لفة	١ : ٦	١٤٦ لفة

● **الماني EAK 80 مكثف ٤٠ ميكروفراد**

التشغيل	٥ ديزيم مزدوج	التقويم	٥ ديزيم
١ : ٤	٦٨ لفة	١ : ٦	١٦٠ لفة
١ : ٦	٦٨ لفة		

● **توشيبا ٣٢ مجري موديل EORM**

التشغيل	٧ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٤	٢٥ لفة	١ : ٤	٢٣ لفة
١ : ٦	٥٣ لفة	١ : ٦	٣٠ لفة
١ : ٨	٦٦ لفة	١ : ٨	٤٠ لفة

● **توشيبا ٣٢ مجري روتور قصير**

التشغيل	٧ ديزيم	التقويم	٣,٥ ديزيم
١ : ٤	٣٣ لفة	١ : ٤	٢٠ لفة
١ : ٦	٦٣ لفة	١ : ٦	٢٥ لفة
١ : ٨	٧١ لفة	١ : ٨	٤٥ لفة

● **سيفر**

التشغيل	٦ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٤	٨٠ لفة	١ : ٦	١٩٠
١ : ٦	٩٠ لفة		

● هيتاشى ٣٢ مجرى

التشغيل	٧ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٤	٣٥ لفة	١ : ٤	٢٥ لفة
١ : ٦	٦٠ لفة	١ : ٦	٣٠ لفة
١ : ٨	٦٥ لفة	١ : ٨	٤٥ لفة

● وين WIEN مكثف ١٢ ميكروفراد

التشغيل	٤,٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٥	١٠٠ لفة	١ : ٥	١٢٥ لفة
١ : ٧	٥٠ لفة	١ : ٧	٦٦ لفة

● صينى معدل

التشغيل	٧ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٣	٤٥ لفة	١ : ٣	٣٠ لفة
١ : ٥	٧٥ لفة	١ : ٥	٣٠ لفة
١ : ٧	٤٥ لفة	١ : ٧	٤٥ لفة

● صيني كبير

التشغيل	٦,٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ – ٤	٢٤ لفة	١ : ٥	٢٦ لفة
١ – ٦	٣٨ لفة	١ : ٧	٣٠ لفة
١ – ٨	٦٠ لفة	١ : ٩	٤٠ لفة
١ – ١٠	٤٠ لفة		

● صيني قديم

التشغيل	٧ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٤	٤٦ لفة	١ : ٥	٢٦ لفة
١ : ٦	٥٠ لفة	١ : ٧	٤٠ لفة
١ : ٨	٦٥ لفة	١ : ٩	٥٢ لفة
١ : ١٠	٣٥ لفة		

- **بلغاري**

التشغيل	٦,٥ ديزيم	التقويم	٣,٥ ديزيم
١ : ٤	٣٠ لفة	١ : ٥	٢٠ لفة
١ : ٦	٣٥ لفة	١ : ٧	٣٠ لفة
١ : ٨	٤٠ لفة	١ : ٩	٤٥ لفة
١ : ١٠	٢٥ لفة		

- **بولندي ٢٤ مجري** SEMF 11 **مكثف ١٤ ميكروفراد**

التشغيل	٦ ديزيم	التقويم	٥ ديزيم
١ : ٥	٨٥ لفة	١ : ٥	١١٠ لفة
١ : ٧	٤٥ لفة	١ : ٧	٦٠ لفة

- **بولندي ٣٦ مجري**

التشغيل	٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٥	٦٥ لفة	١ : ٦	٢٠ لفة
١ : ٧	٧٢ لفة	١ : ٨	٣٠ لفة
١ : ٩	٧٢ لفة	١ : ١٠	٢٥ لفة

- **بولندي ٣٦ مجري**

التشغيل	٧,٥ ديزيم	التقويم	٣,٥ ديزيم
١ : ٣	٥٠ لفة	١ : ٤	٢٠ لفة
١ : ٥	٥٠ لفة	١ : ٦	٢٠ لفة
١ : ٧	٦٥ لفة	١ : ٨	١٨ لفة
١ : ٩	٦٥ لفة	١ : ١٠	٤٥ لفة

- **أوساكا**

التشغيل	٧ ديزيم	التقويم	٣,٥ ديزيم
١ : ٤	٣٥ لفة	١ : ٦	٤٠ لفة
١ : ٦	٦٤ لفة	١ : ٨	٦٠ لفة
١ : ٨	٦٩ لفة		

● **أوساكا ٣٦ مجري**

التشغيل	٧ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٣	٣٠ لفة	١ : ٤	١٣ لفة
١ : ٥	٤٠ لفة	١ : ٦	٢٦ لفة
١ : ٧	٤٦ لفة	١ : ٨	٣٩ لفة
١ : ٩	٥٠ لفة	١ : ١٠	٤٥ لفة

● **ايطـــالى** S.P.A

التشغيل	٥ ديزيم مزدوج	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٤	٤٥ لفة	١ : ٥	٢٥ لفة
١ : ٦	٥٠ لفة	١ : ٧	٢٧ لفة
١ : ٨	٦٠ لفة	١ : ٩	٥٥ لفة
١ : ١٠	٢٦ لفة	المف ١ : ٩ ٤٠ لفـة و ١٥ لفـة عكس	

كــــوري

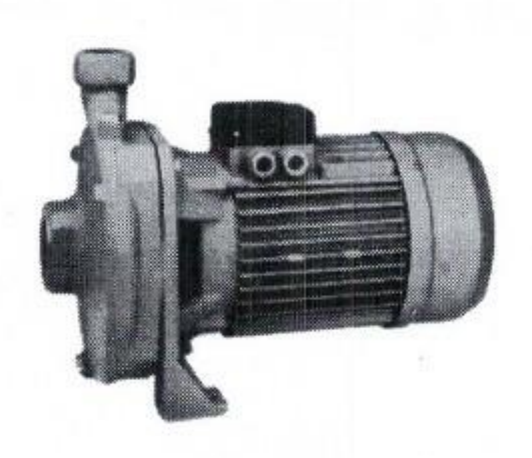
التشغيل	٧,٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٤	٤٥ لفة	١ : ٥	٢٥ لفة
١ : ٦	٦٠ لفة	١ : ٧	٣٥ لفة
١ : ٨	٥٨ لفة	١ : ٩	٤٠ لفة
١ : ١٠	٣٦ لفة		

محركات رفع المياه
الطلمبة

محرك طلمبة رفع المياه محرك عادى ٣ فاز أو واحد فاز وعادةً يكون ٢ قطب بالنسبة لطلمبات المنازل و٤ قطب للمحركات ذات القدرات العالية.

وفكرة رفع المياه أنه يركب فى نهاية اكس العضو الدوار مروحة لها ريش بطريقة خاصة تختلف من طلمبة إلى أخرى تبعاً لكمية وأرتفاع دفع المياه منها . وتكون هذه المروحة موجودة داخل غطائين الطلمبة المحكمين الغلق وبالغطاء الأمامى فتحة دخول المياه وفتحة أخرى لخروجها .

وتتعدد أنواع الطلمبات تبعاً لأستخدامها . وعلى أساس ذلك يختلف تصميم الريشة التى تدفع المياة وقطر فتحة دخول وخروج الماء وأيضاً قدرة وسرعة المحرك تبعاً لكمية وارتفاع الماءالمدفوع وتتعدد أيضاً طرق توصيل محرك الطلمبة فمن الممكن تشغيلها يدوياً من داخل كل شقة أو أتوماتيكيا بواسطة البلونة ومفتاح الضغط بحيث أنه فى حالة وصول ضغط الماء الى درجة معينة يفصل التيار عن المحرك وعند تسرب الماء من أى مصدر مستهلك ينخفض الضغط ويعمل المحرك مرة أخرى. أو عن طريق عوامة عند ملئ الخزان أعلى المبنى يفصل التيار عن المحرك وبعد استهلاك الماء الى حد معين يصل التيار مرة أخرى عن طريق العوامة الى المحرك حتى يمتلئ الخزان مرة أخرى.



ملاحظـــات :

- أى محرك طلمبة يجب أن يدور فى اتجاه معين تبعاً لتصميم المروحة فإذا دار عكس الاتجاه الصحيح لا يرفع الماء أو يدفعها بضغط ضعيف جداً.

- لا يجب تشغيل الطلمبة فى حالة عدم وجود ماء فذلك يؤثر على مانع تسرب الماءالرئيسى (الميكانيكل سيل) لأن تقليب وتغيير المياه يساعد على تبريده. ولذلك توجد بعض طلمبات كبيرة بها حيز خاص للميكانيكل سيل مملوء بزيت تبريد.

وفى حالة تشغيل المحرك أتوماتيكياً عن طريق عوامة أو مفتاح ضغط أو أى طريقة أخرى فى حالة إنقطاع مصدر الماء لن يفصل التيار عن المحرك وبالتالى من الممكن أن يؤثر على ملفاته نتيجة دورانه فترة أطول من اللازم .

- توجد بعض طلمبات غاطسة أى أنها تكون موجودة داخل الماءبكاملها مع المحرك وفى هذه الحالة يجب التأكد تماماً من أحكام ربط جميع الأجزاء بالجوانات الخاصة.

- عند إعادة لف محرك طلمبة خاص بمسكن يفك مروحة التبريد والغطاء الخلفى فقط ثم فك الجسم الثابت ولا يفك الروتور بالطلمبة إلا فى حالة تغيير رولمان البلى أو إصلاح أو صيانة الطلمبة وفى هذه الحالة سنطر الى قطع المياه حتى تنتهى من عملك أو تعمل وصلة بين ماسورة الدخول والخروج .

- عند فك أجزاء الطلمبة أجمع اجزاءها بالترتيب وخاصةً الميكانيكل سيل أو إذا كانت الطلمبة تحتوى على أكثر من ريشة رفع حتى يسهل عليك الأمر عند تركيبها.

بيانات أنواع طلمبات منازل

محرك كالبيدا 0,75 cv ١٦ ميكروفراد

التشغيل	٥,٥ ديزيم مزدوج	التقويم	٥,٥ ديزيم
١ : ٦	٣٢ لفة	١ : ١٠	٧٥ لفة
١ : ٨	٣٢ لفة	١ : ١٢	٧٥ لفة
١ : ١٠	٣٢ لفة		
١ : ١٢	٣٢ لفة		

محرك ايطالي 0,5 HP VEMA ٢٥ ميكروفراد

التشغيل	٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٦	٥٥ لفة	١ : ١٠	١١٠ لفة
١ : ٨	٥٥ لفة	١ : ١٢	١١٠ لفة
١ : ١٠	٥٥ لفة		
١ : ١٢	٥٥ لفة		

محرك إيطالي 58 w vema

التشغيل	٧,٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٦	٤٨ لفة	١ : ١٠	١٢٠ لفة
١ : ٨	٤٨ لفة	١ : ١٢	١٢٠ لفة
١ : ١٠	٤٨ لفة		
١ : ١٢	٤٨ لفة		

محرك لورا 0,8 HP ستنلس

التشغيل	٨ ديزيم	التقويم	٦ ديزيم
١ : ٨	٤٢ لفة	١ : ٨	٦٢ لفة
١ : ١٠	٤٢ لفة	١ : ١٠	٦٢ لفة
١ : ١٢	٤٢ لفة	١ : ١٢	٦٢ لفة

محرك لورا 0,75 HP ١٦ ميكروفراد

التشغيل	٧ ديزيم	التقويم	٥ ديزيم
١ : ٨	٤٦ لفة	١ : ٨	٦٥ لفة
١ : ١٠	٤٦ لفة	١ : ١٠	٦٥ لفة
١ : ١٢	٤٦ لفة	١ : ١٢	٦٥ لفة

محرك لورا 1,5 HP ٣٠ ميكروفراد

التشغيل	٧,٥ ديزيم مزدوج	التقويم	٨ ديزيم
١ : ٨	٣٣ لفة	١ : ٨	٤٦ لفة
١ : ١٠	٣٣ لفة	١ : ١٠	٤٦ لفة
١ : ١٢	٣٣ لفة	١ : ١٢	٤٦ لفة

محرك صيني 1 HP

التشغيل	٧ ديزيم	التقويم	٥ ديزيم
١ : ٦	٣٤ لفة	١ : ١٠	٧٠ لفة
١ : ٨	٣٤ لفة	١ : ١٢	٧٠ لفة
١ : ١٠	٣٤ لفة		
١ : ١٢	٣٤ لفة		

محرك 1 HP LINZ ٢٠ ميكروفراد

التشغيل	٦ ديزيم مزدوج	التقويم	٦ ديزيم
١ : ٦	٣٢ لفة	١ : ١٠	٦٧ لفة
١ : ٨	٣٢ لفة	١ : ١٢	٦٧ لفة
١ : ١٠	٣٢ لفة		
١ : ١٢	٣٢ لفة		

محرك 2 HP LINZ ٤٥ ميكروفراد

التشغيل	٧,٥ ديزيم مزدوج	التقويم	٨ ديزيم
١ : ٦	٢٧ لفة	١ : ١٠	٥٣ لفة
١ : ٨	٢٦ لفة	١ : ١٢	٥٣ لفة
١ : ١٠	٢٦ لفة		
١ : ١٢	٢٥ لفة		

محرك ASEA دنماركي 1,3 KW ٤٥ ميكروفراد

التشغيل	٦ ديزيم مزدوج	التقويم	٥ ديزيم
١ : ٦	٤٠ لفة	١ : ١٠	٨٢ لفة
١ : ٨	٤٥ لفة	١ : ١٢	١٠٠ لفة
١ : ١٠	٥٠ لفة		
١ : ١٢	٦٠ لفة		

محرك ساير 0,5 HP ١٠ ميكروفراد

التشغيل	٥,٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٦	٥٨ لفة	١ : ١٠	١٢٥ لفة
١ : ٨	٥٨ لفة	١ : ١٢	١٢٥ لفة
١ : ١٠	٥٨ لفة		
١ : ١٢	٥٨ لفة		

محرك ساير 0,75 HP

التشغيل	٧,٥ ديزيم	التقويم	٤ ديزيم
١ : ٦	٤٦ لفة	١ : ١٠	٩٢ لفة
١ : ٨	٤٦ لفة	١ : ١٢	٩٢ لفة
١ : ١٠	٤٦ لفة		
١ : ١٢	٤٦ لفة		

محرك ساير 1,5 HP

التشغيل	٧,٥ ديزيم مزدوج	التقويم	٧,٥ ديزيم
١ : ٦	٢٧ لفة	١ : ١٠	٦٣ لفة
١ : ٨	٢٧ لفة	١ : ١٢	٦٦ لفة
١ : ١٠	٢٧ لفة		
١ : ١٢	٢٧ لفة		

محرك SAGIT ايطالي 5,2 A ٢٠ ميكروفراد

التشغيل	٨ ديزيم	التقويم	٥,٥ ديزيم
١ : ٦	٣٩ لفة	١ : ١٠	٧٥ لفة
١ : ٨	٣٩ لفة	١ : ١٢	٧٥ لفة
١ : ١٠	٣٩ لفة		
١ : ١٢	٣٩ لفة		



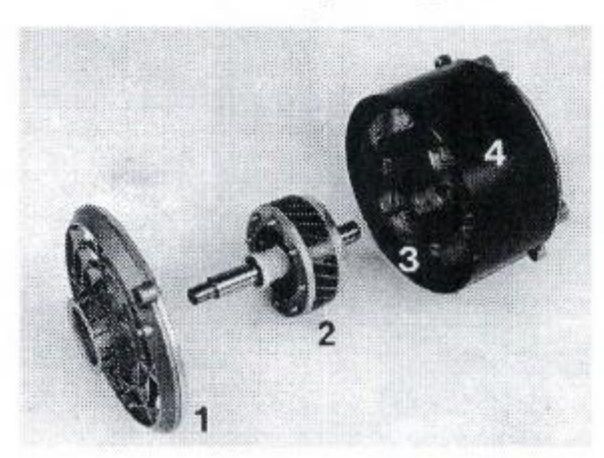
طلمبة غاطسة

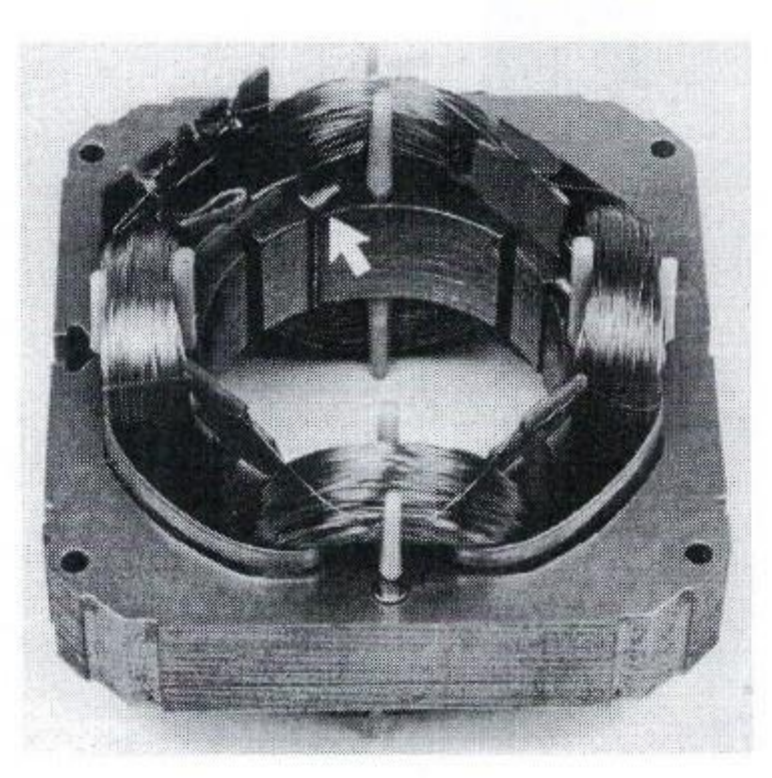
يجب التأكد من صلاحية الجوانات عند التركيب بحيث لا يوجـد مجال لدخول ماء داخل المحرك .

المحرك ذو القطب المظلل (Shoded-Pole Motor)

توجد محركات وجه واحد تعمل بدون ملفات تقويم وبالتالى بدون أى ملحق خارجى كالمكثف أو مفتاح الطرد المركزى أو غيره.

فهو يعمل فقط بملفات التشغيل وتلف عبارة عن ملفين أو أربع ملفات متجاورة تمثل هذه الملفات عدد الأقطاب وتتصل معاً نهاية مع نهاية بحيث يمر التيار فى إتجاه معاكس ويتبقى طرفان يتصلان مباشرةً بالتيار.

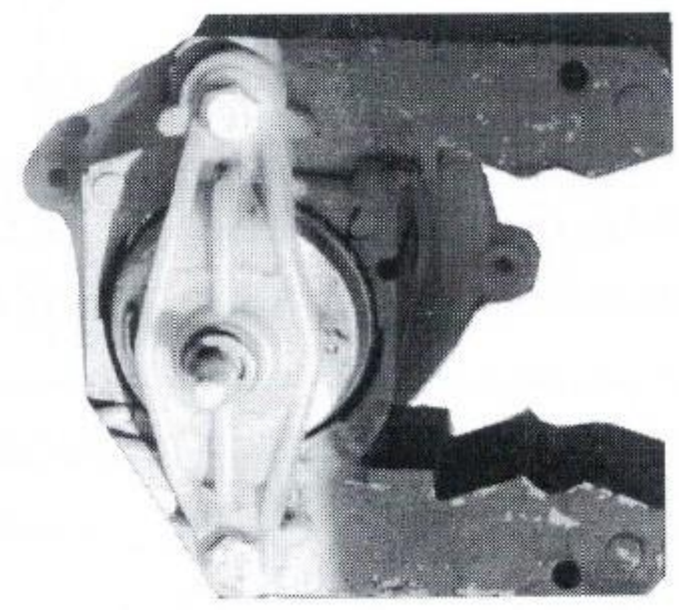




ونظرية عمل هذا المحرك هى أنه يوجد داخل كل ملف حلقة من سلك نحاس سميك . توضع حول الشرائح أثناء التصنيع ولا تتأثر بعد ذلك بإحتراق الملفات أى عند إعادة لف مثل هذه المحركات يعاد لف الملفات فقط وتترك الحلقات كما هى . وتمثل هذه الحلقات ملفات التقويم . فعند وصول تيار إلى ملفات التشغيل يتولد مجال مغناطيسى فيتولد تيار تأثيرى داخل الحلقات النحاسية بفعل وجودها داخل المجال . فتولد مجالا مغناطيسى آخر فيبدأ المحرك دورانه وبالطبع المجال المتولد من هذه الحلقات ضعيف لا يمكن أن يبدأ حركة محرك بقدرة كبيرة . فهذه المحركات يصنع منها فقط قدرات صغيرة وتستعمل فى أكثر الأحيان فى بعض أنواع المراوح أو طلمبات الطرد فى الغسالات الأتوماتيكية . ويتم تغيير إتجاه الدوران فى مثل هذه المحركات بتغير وضع الجسم بملفاته .

وبعض أنواع هذه المحركات لها ملف واحد ملفوف فوق بكرة من البلاستيك . وعند إعادة لفه يجب إخراج هذه البكرة بالدق فوق طرفى الشرائح التى بداخل البكرة مع تثبتيت باقى أجزاء الشرائح . ثم يفك الشرائح من داخل البكرة ويعاد لفها بنفس حسابات المحول أو يزن البكرة بلفاتها ثم يزنها بدون اللفات ليعرف وزن السلك الملفوف وبنفس الوزن والقطر يبدأ فى إعادة اللف وبعض أنواع من هذه المحركات يوصل معها ثرمو كابل للحماية فى حلة أرتفاع حرارة الملفات يفصل . ويكون شكله فى بعض الأحيان مثل لمبة صغيرة كما هو واضح فى الصورة القادمة .





توضيح كيفية إخراج البكرة .

وفى الصورة الجانبية الجزء الباقى من المحرك بعد إخراج البكرة وضلع الشرائح الذى بداخلها

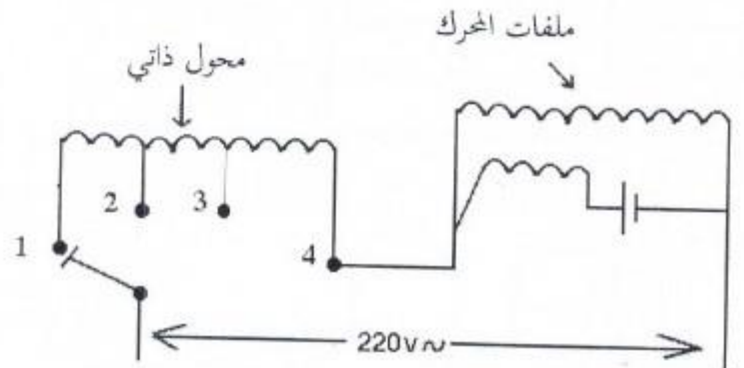
ملحوظة :

من الممكن تقسيم ملف من ملفات الجسم الثابت إلى جزئين أى عدد لفات ثم يخرج طرف ويكمل عدد لفات أخرى ثم يخرج طرف.

فإذا وصل الطرف الأول بالتيار يعطى السرعة الأعلى وإذا وصل الطرف الأخير يعطى سرعة أقل

سرعات محركات الوجه الواحد

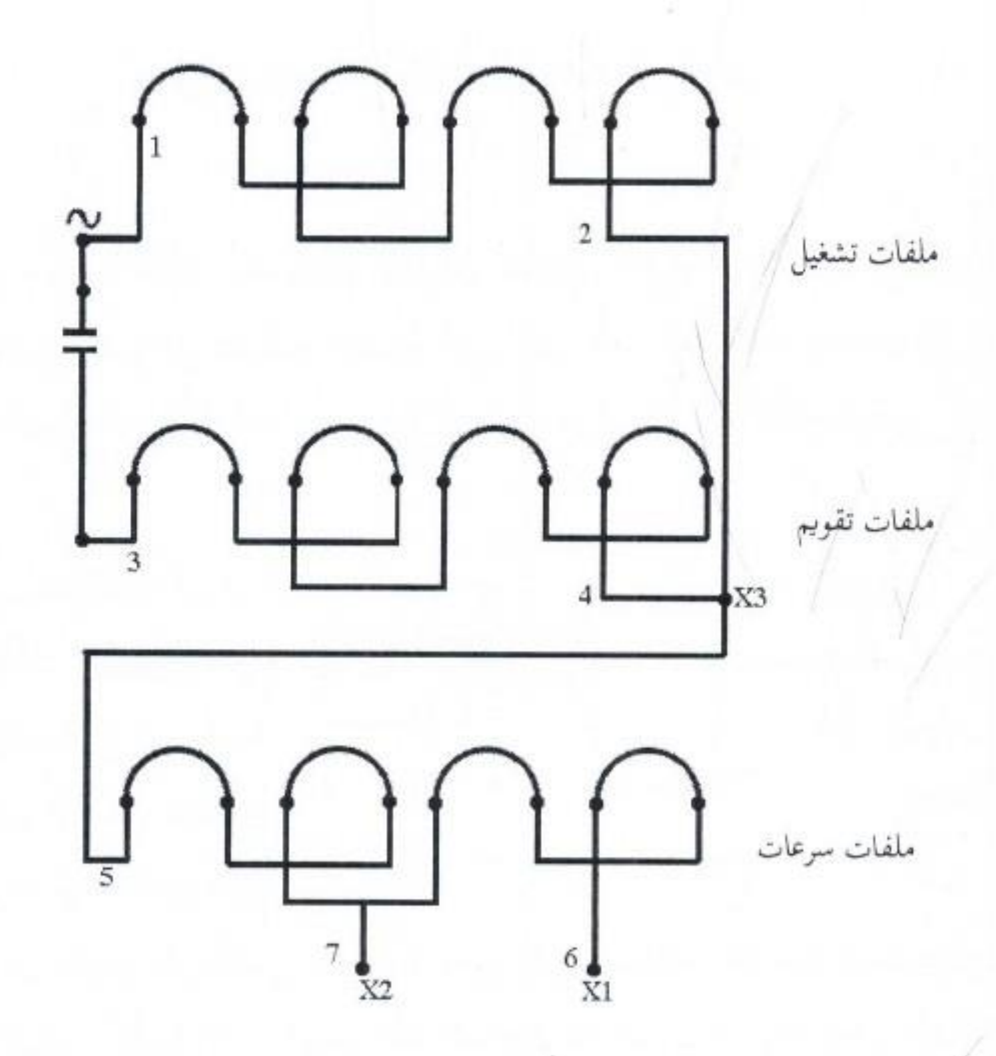
التحكم فى سرعة المحرك وجه واحد بقدرات صغيرة كالمراوح يختلف عن المحركات التى تعمل بقدرة أكبر من نصف حصان ففى مثل هذه المحركات يعتمد فى تغيير السرعة على تغيير عدد الأقطاب وسنشرح لاحقاً محرك الغسالة الأتوماتيكية كمثال لذلك.



أمـا بالنسـبـة للتـحكم فى سرعات المحركات الصغيرة مثل المراوح له طريقـتين الطريقـة الأولى أنه يلف المحـرك عـادى جداً كأنه سرعة واحدة ويوصل بالمكثف فإذا مر بالتيار دار بأقصى سرعة له وعن طريق مقاومة خارجية متدرجة يصلها بالتوالى مع المحرك وكلما زادت قيمة هذه المقاومة انخفضت الشرعة ومن الممكن أن تكون هذه المقاومة من سلك نيكل كروم كالمستخدم فى السخانات العادية أو تكون عبارة عن محول ذاتى صغير له عدة مخارج من كل عدة لفات ويستخدم هذه الطريقة فى أكثر ماركات مراوح السقف وفى ماركات قليلة بالنسبة لمراوح المكتب.

أما بالنسبة للطريقة الثانية بدلاً من أن يضع اللفات التى ستتحكم فى السرعة خارج المحرك كالطريقة الأولى. يضع هذه اللفات الإضافية داخل المحرك فيصبح به ملفات تشغيل وملفات تقويم وملفات سرعات وبنفس الفكرة كلما أدخل عدد لفات أكثر من ملفات السرعات بالتوالى مع المحرك كلما أنخفضت السرعة حتى يعمل المحرك بدون أى ملفات سرعات فيدور بأقصى سرعة له.

وعند اللف يلف ٤ ملفات تشغيل معاً يتم تسقيطهم بحيث يمر التيار فى اتجاه معاكس ويخرج منهم الطرفان (رقم١ ، ٢) ثم يلف ٤ ملفات تقويم معاً يتم تسقيطهم فى مجارى



منفصلة بحيث يمر التيار ايضاً فى اتجاه معاكس ويخرج الطرفان (رقم ٣ ، ٤)

ثم يلف ٤ ملفات سرعات يتم تسقيطهم فوق ملفات التقويم ويكون كل ملفين ملف تقويم + ملف سرعة حزمة واحدة أى سيكون الشكل النهائى للمحرك عبارة عن ٨ ملفات فقط أربع ملفات متجاورة أولاً يمثلوا ملفات التشغيل ثم أربع ملفات متجاورة من فوق كل ملف منهم يمثل ملف تقويم + ملف سرعات. ويخرج من ملفات السرعات. ثلاث أطراف بداية ونهاية رقم (٥ و ٦) وطرف من اللحام الأوسط (رقم ٧)

وعند التوصيل يجمع بداية التشغيل (رقم ١) مع طرف مكثف ويتصلوا معاً بطرف تيار.

وبداية التقويم (رقم ٣) تتصل بالطرف الآخر للمكثف ثم يصل نهاية التشغيل (رقم٢) مع نهاية التقويم (رقم ٤) مع بداية ملف السرعات (رقم ٥) والثلاث أطراف يتجمعوا فى نقطة واحدة تعتبر هى طرف أعلى سرعة (x3) والطرف (رقم ٧) المأخوذ من اللحام الأوسط لملفات السرعات هو السرعة المتوسطة (x2) ونهاية ملف السرعات (رقم ٦) هو طرف السرعة البطيئة (x1).

تتعدد طرق توصيل سرعات المروحة ولكنها فى النهاية تهدف إلى أنه يستخدم ملفات التشغيل + ملفات التقويم فقط بدون أن يصل معهم أى ملفات سرعات وبذلك يعمل المحرك بأعلى سرعة ثم يصل بالتوالى مع ملفات التقويم جزء من ملفات السرعات ويعمل المحرك بالسرعة المتوسطة ثم يضيف عليهم باقى ملفات السرعات فيعمل المحرك بأقل سرعة.

ملحوظة :

* لمعرفة عدد اللفات الخاص بملفات السرعات عد عدد لفات تقويم بالكامل ثم طبق المعادلة التقريبية

عدد لفات ملف التقويم = (عدد اللفات × ٢) / ٣

عدد لفات ملف السرعات = (عدد اللفات × ١) / ٣

فى بعض مراوح السقف النجفة يتحكم فى السرعة بزيادة قيمة المكثف./ فمثل هذه المحركات تحتوى على مكثف بسعتين مثلاً ٢ ميكروفراد و ٣,٥ميكروفراد وبواسطة مفتاح خاص بها عند تشغيل السرعة البطيئة يصل بالتوالى مع ملفات التقويم المكثف ذو السعة المنخفضة وعند تشغيل السرعة المتوسطة يصل المكثف ذو السعة الأعلى. وعند تشغيل السرعة العالية يصل المكثفين معاً على التوازى بالتوالى مع ملفات التقويم.

3.5MF
2MF

بيانات لبعض أنواع المراوح

مروحة توشيبا ١٦ مجرى مكثف ٣ ميكروفراد

التشغيل	٢,٢ ديزيم	التقويم+السرعات	٢,٢ ديزيم
١ : ٤	٦٠٠ لفة	١ : ٤	٤٥٠ + ١٥٠ لفة

مروحة ميتسوبيشى ١٦ مجرى ٣.٨ ميكروفراد

التشغيل	٢,٢ ديزيم	التقويم+السرعات	٢,٢ ديزيم
١ : ٤	٥٧٥ لفة	١ : ٤	٣٢٥+١٢٥لفة

مروحة سانيو ١٢ مجرى ٢ ميكروفراد

التشغيل	١,٥ ديزيم	التقويم + السرعات	١,٥ ديزيم
١ : ٣	٤٤٠ لفة	١ : ٤	٣٠٠ + ١٥٠ لفة

مروحة سانيو ١٢ مجرى ٢ ميكروفراد

التشغيل	١,٥ ديزيم	التفويم + السرعات	١,٥ ديزيم
١ : ٤	٦٥٠ لفة	١ : ٤	٥٠٠ + ٢٥٠ لفة

مروحة سانيو سقف ٤٠ مجرى

التشغيل	٣ ديزيم	التقويم	٢,٥ ديزيم
١ : ٣	١٨٠ لفة	١ : ٣	٣٦٥ لفة

مروحة سوبر ١٤

التشغيل	٢ ديزيم	التقويم + السرعات	١,٥ ديزيم
١ : ٤	٧٠٠ لفة	١ : ٤	٦٠٠ + ٢٥٠ لفة

مروحة انترناشيونال ١٦ مجري

التشغيل	٢ ديزيم	التقويم + الشرعات	٢ ديزيم
١ : ٤	٧٠٠ لفة	١ : ٤	٥٠٠-٢٥٠ لفة

مروحة ناشيونال ١٦ مجرى ٣ ميكروفراد

التشغيل	٢,٢ ديزيم	التقويم + السرعات	٢,٢ ديزيم
١ : ٤	٧٠٠ لفة	١ : ٤	٤٢٥+١٥٠ لفة

مروحة TDK ١٦ مجري

التشغيل	٢ ديزيم	التقويم+السرعات	١,٥ ديزيم
١ : ٤	٦٧٥ لفة	١ : ٤	٤٢٥+٢٥٠ لفة

مروحة CEC ١٦ مجرى

التشغيل	٢,٢ ديزيم	التقويم + السرعات	٢,٢ ديزيم
١ : ٤	٦٠٠ لفة	١ : ٤	٤٥٠+١٥٠لفة

مروحة مصانع ذات القطب المظلل

٤ ملفات	٤,٥ ديزيم	٣٦٠ لفة

مروحة إيوا ٢ ميكروفراد

التشغيل	٢ ديزيم	التقويم + السرعات	٢ ديزيم
١ : ٤	٥٥٠ لفة	١ : ٤	٥٠٠+٢٠٠ لفة

مروحة سوبر ديلوكس ١٦ مجري

التشغيل	٢ ديزيم	التقويم + السرعات	١,٥ ، ٢ ديزيم
١ : ٤	٦٢٥ لفة	١ : ٤	٤٥٠+٢٣٠ لفة

كرون سوبر ديلوكس ٢ ميكروفراد

التشغيل	٢,٢ ديزيم	التقويم+السرعات	١,٨ ديزيم
١ : ٤	٥٧٠ لفة	١ : ٤	٥٥٠+١٥٠ لفة

مروحة سقف كرون

١ : ٣	٢,٥ ديزيم	٢٤٥ لفة

مروحة كريوكا سقف صيني ١٦ مجري

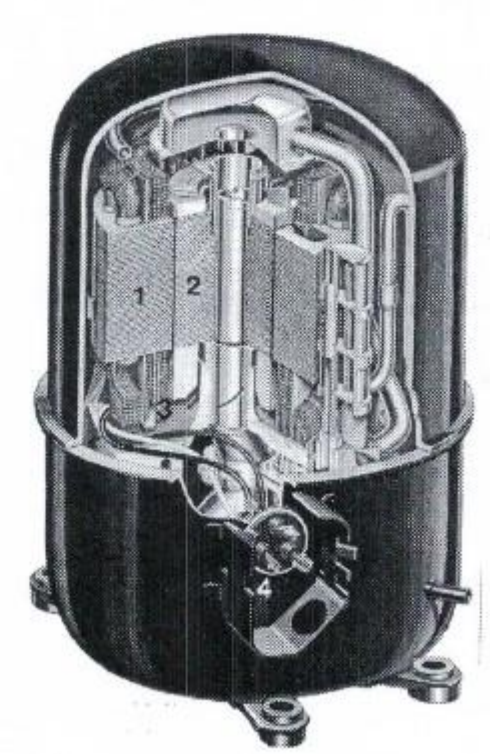
التشغيل	١,٥ ديزيم	التقويم+السرعات	١,٥ ديزيم
١ : ٤	٧٧٠ لفة	١ : ٤	٦٠٠+١٧٠ لفة

مروحة ستاند فريش ١٦ مجرى

التشغيل	٢ ديزيم	التقويم+السرعات	٢ ديزيم
١ : ٤	٨٠٠ لفة	١ : ٤	٦٢٠+٣٠٠+١٢٥

كيفية تحديد أطراف محرك الثلاجة واختباره

محرك الثلاجة كتقسيم لايختلف عن أى محرك آخر فعادةً يكون محرك وجه واحد ٢ قطب غير أنه موجود داخل غلاف صلب مغلق ولا يظهر منه سوى ثلاث أطراف. طرف مشترك (C) وطرف تشغيل (R) وطرف تقويم (S) وأكثر أنواع محركات الثلاجة المنزلية توصيلها الخارجى بريلى تيار أو ريلى تيار مع مكثف وأحياناً كثيرة يكون ريلى التيار سبباً فى عدم تشغيل المحرك أو تشغيله مع عدم فصل ملفات التقويم وبالتالى يفصل الآفورلود. وللتأكد من تلف المحرك أو صلاحيته كهربائياً من الممكن تشغيله مباشرةً. وكى يتم ذلك يجب تحديد أطرافه وذلك بواسطة الأومتر يقاس الثلاث أطراف بين كل طرف منهم والطرفين الآخرين والطرفان اللذان يعطيان أكبر قيمة. يكون الطرف الثالث هو الطرف الرئيسى ثم يقاس بين الطرف الرئيسى وكلا من الطرفين الأخريين والذى يعطى قراءة أكبر من الآخر يكون هو طرف التقويم والأقل هو طرف التشغيل. ولتشغيله مباشرةً وصل طرف تيار بالطرف المشترك ويفضل توصيل الأوفرلود بالتوالى معه. وبين طرفى التشغيل والتقويم وصل زر جرس أما الطرف الثانى لمصدر التيار فيوصل مع طرف زر الجرس المتصل بالتشغيل وقبل توصيل التيار أضغط على زر الجرس ثم وصل التيار وبعد التشغيل أرفع يدك من على زر الجرس.



ومن الممكن توصيل مكثف بالتوالى مع ملفات التقويم لزيادة عزم الدوران إذا كان بداخل المحرك أى إحتمالات تعوق دورانه ميكانيكياً.

محرك الغسالة الأتوماتيكية

مقسم على أساس محركين داخل جسم واحد محرك سرعة عالية خاصة بعملية العصر وعادةً تكون ٢ قطب والسرعة الثانية تكون ما بين ١٠ إلى ١٦ قطب وهى السرعة الخاصة بالتقليب أثناء الغسيل بالنسبة للسرعة البطيئة يتم تقسيمها فى بعض الأحيان كمحرك وجه واحد وتكون فى العادة ملفات التقويم مساوية لملفات الشغيل فى عدد اللفات وسمك السلك ويتم تشغيله بمكثف دائم فى الدائرة وفى موديلات كثيرة يتم تقسيم السرعة البطيئة كمحرك ٣ فاز ويوصل ستار داخلياً ويخرج ثلاث أطراف وبواسطة مكثف يتم تشغيله كمحرك ١ فاز فيصل طرف بالتيار ويجمع الطرفان المتبقيان مع طرفى المكثف وعند التشغيل يصل الطرف الثانى لمصدر التيار على طرف مكثف فيعمل المحرك فى اتجاه ثم يفصله ويصله على الطرف الثانى للمكثف فيعمل فى الإتجاه الآخر.

220V ~

وفى العادة يتم تسقيط ملفات السرعة البطيئة أولاً ويخرج منها ثلاث أطراف ثم يسقط ملفات السرعة العالية ويخرج منها أيضاً ثلاث أطراف ثم يجمع الطرف المشترك للسرعة البطيئة مع الطرف المشترك للسرعة العالية فى طرف واحد يعتبر الطرف الرئيسى للسرعتين ويتبقى ٤ أطراف هم تشغيل وتقويم السرعة البطيئة. وتشغيل وتقويم السرعة العالية.

ملاحظات :

- يجب عزل ملفات السرعة العالية عن ملفات السرعة البطيئة.

- فى حالة إذا كانت السرعة البطيئة مقسمة كالمحرك ٣ فاز يجب عد ملف من كل فاز فمن الممكن أن تكون جميع الملفات متساوية وفى بعض المحركات يكون عدد لفات ملفات فاز أقل من عدد لفات ملفات الفازتين الأخرتين وفى هذه الحالة يجب أن يكون الطرف المشترك للسرعة البطيئة هو طرف الفاز الذى يحتوى على عدد لفات أقل.

- سعة مكثف محرك الغسالة تكون ما بين ١٤ و ١٦ ميكروفراد. فى اكثر الأحيان.

- محرك الغسالة الأتوماتيكية به روزتة خاصة تحتوى على أطراف المحرك ويجب إعادة أطراف المحرك بالروزتة بنفس الترتيب حتى لا يحدث مشاكل عند توصيل المحرك بالدائرة الكهربائية للغسالة.

- بعض أنواع محركات الغسالة الأتوماتيكية يلف ملفات فاز من السرعة البطيئة بملف واحد على فرمة كبيرة ويتم تشكيل هذا الملف داخل المجارى لتتكون منه جميع ملفات الفاز بالكامل.

كيفية تحديد أطراف محرك الغسالة الأتوماتيك وأختباره

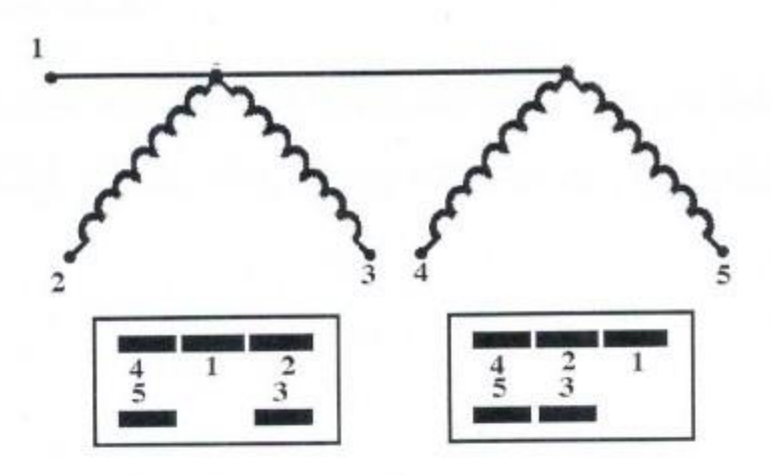
لتحديد أطراف المحرك يجب أن تعلم الآتى أولا :

– كلما زاد عدد اللفات للملفات الموجودة بالمحرك ارتفعت قيمة المقاومة والعكس.

– كلما زادت مساحة مقطع سلك الملفات الموجودة بالمحرك انخفضت قيمة المقاومة والعكس.

وبالنسبة للسرعة البطيئة يكون عدد لفات ملفاتها أكثر من السرعة العالية ومساحة مقطع السلك الذى يلف به هذه السرعة أقل من السرعة العالية وبالتالى فقيمة مقاومة ملفات السرعة البطيئة دائما أعلى من قيمة مقاومة ملفات السرعة العالية.

والسرعة العالية العكس فملفاتها بعدد لفات أقل وسمك سلك أكبر وبالتالى دائما مقاومة ملفات السرعة العالية أقل من مقاومة ملفات السرعة البطيئة.



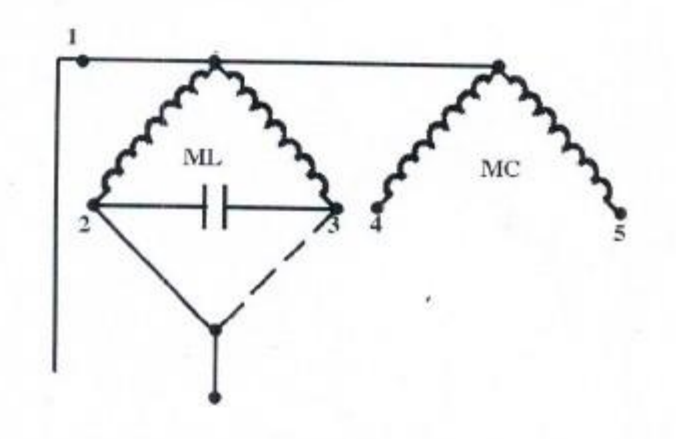
وعادة يخرج من محرك الغسالة الأتوماتيك ٥ أطراف متصلة بروزتة خاصة به بترتيب معين.

وفى أكثر الأحيان لا يكتب على الروزتة أرقام ولكن الطرف الموجود فى وضع مميز

هو الطرف المشترك بين الطرف الرئيسى لملفات السرعة العالية والطرف الرئيسى لملفات السرعة البطيئة أى هنا فى الرسم رقم (١) والطرفان (٢) و (٣) يكونا تشغيل وتقويم لسرعة والطرفان (٤) و (٥) للسرعة الأخرى.

ولتحديد الأطراف فى حالة وجود روزتة عملية بسيطة جدا فبواسطة الأومتر قم بقياس الطرفان ٢ و ٣ ثم قم بقياس الطرفان ٤ و ٥ والقراءة الأكبر ستكون بين طرفى السرعة البطيئة وعادة يكون لفات التشغيل مساوية للفات التقويم.

ولاختبار السرعة البطيئة بالتيار:



وصل طرف كـــهـــرباء بالطرف الرئيـــسى ١ وصل مكثف بين طرفى التـشـغيل والتـقـويم للسـرعـة البطيـئـة ولنفرض أنهم ٢ و ٣.

- ضع طرف الكهـرباء الآخر على الطرف ٢ فسيدور المحرك فى اتجاه معين.

- افصل طرف الكهرباء عن رقم ٢ وانتظر حتى يقف المحرك ثم صله بالطرف رقم ٣ فسيدور المحرك فى الاتجاه المعاكس هذا ويجب قياس شدة التيار ولا تزيد فى المتوسط عن ٢ أمبير.

ملحوظة :

سعة المكثف تكون فى المتوسط ١٦ ميكروفراد.

لاختبار السرعة العالية:

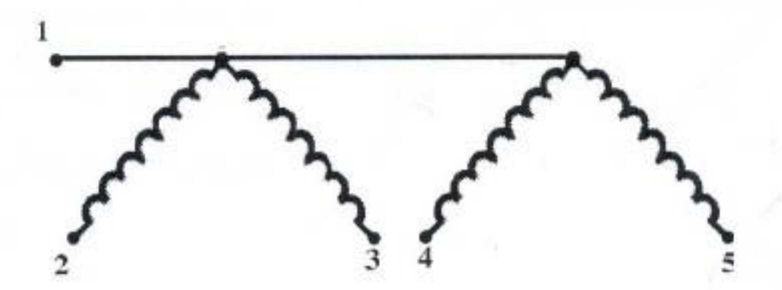
بواسطة الاومتر قم بقياس الطرف المشترك والطرف ٤ ثم الطرف المشترك والطرف ٥ فاذا أعطى قيمة مقاومة ثابتة فى الحالتين يتم تجربته تماما كالسرعة البطيئة علما بأن السرعة العالية تعمل اتجاه واحد.

اما إذا اعطى قراءة غير متساوية بين الطرف ١ والطرف ٤ أو ١ والطرف ٥ فيجب توصيل طرف الكهرباء الاخر بالطرف الذى يعطى بينه وبين الطرف المشترك قيمة مقاومة أقل وهى التى تخص ملفات التشغيل.

اختبار أطراف المحرك في حالة عدم وجود الروزتة :

إذا كان أحد قد حل أطراف الروزتة دون تميزهم وأصبح الاطراف الخمس متماثلين فى هذه الحالة أرمز لكل طرف برقم من عندك ثم قم بقياس الاطراف بهذا الترتيب ودون القراءة.

مثال :



١ – ٢ = ١٢ أوم
١ – ٣ = ٣٠ أوم
١ – ٤ = ٤٠ أوم
١ – ٥ = ٤٠ أوم
٢ – ٣ = ٤٢ أوم
٢ – ٤ = ٥٢ أوم
٢ – ٥ = ٥٢ أوم
٣ – ٤ = ٧٠ أوم
٣ – ٥ = ٧٠ أوم
٤ – ٥ = ٨٠ أوم

وابحث فى هذه القراءات عن أقل قيمتين ففى مثل هذا المحرك ستجد أن أقل قيمة مقاومة هى ١٢ أوم بين الطرفين ١ و ٢ والمقاومة الثانية ٣٠ أوم بين الطرفين ١ و ٣ أما باقى القيم فهى أعلى من هذين الرقمين ومعنى ذلك أن كل قراءة منهم تخص ملفات تشغيل السرعة العالية (١٢ أوم) والقراءة الاخرى تخص ملفات تقويم السرعة العالية أيضاً (٣٠ أوم)

(فتذكر دائما أن قيمة مقاومة السرعة العالية دائما أقل من قيمة مقاومة السرعة البطيئة). بمعنى أن ١ و ٢ ملفات تشغيل السرعة العالية

١ و ٣ ملفات تقويم السرعة العالية

(تذكر أنه إذا كانت المقاومتان تخص نفس السرعة وكانتا غير متساوية فقيمة المقاومة الاعلى تخص ملفات التقويم).

إذن الطرف رقم ١ هو الطرف المشترك بين ملفات التقويم والتشغيل.

(تذكر أن مشترك السرعة البطيئة هو نفسه مشترك السرعة العالية).

وزيادة فى التأكد أن القراءة بى الطرفان ٢ و ٣ تساوى مجموع قراءة الطرفان ١ و ٢ +١ و ٣.

والآن وقد حددت ثلاث أطراف من المحرك هم الطرف ١ مشترك والطرف ٢ تشغيل السرعة العالية والطرف ٣ تقويم السرعة العالية.

يتبقى الطرفان ٤ و ٥ وبديهيا أنهم يخصو تقويم وتشغيل السرعة البطيئة ، من القراءات التى اختبرتها ستجد أن بـين الطـرف الرئيسى ١ والطـرف ٤ يساوى ٤٠ أوم وكذلك بين الطرف ١ و ٥ = ٤٠ أوم وهذا عادة ما يكون أن السرعة البطيئة ملفات التقويم فيها تساوى ملفات التشغيل تقريباً فى أكثر الأحيان .

فى بعض المحركات تلف السرعة البطيئة على أنها محرك ٣ فاز لكل فاز بداية ونهاية ومعروف أن ملفات كل فاز تساوى ملفات الفاز الآخر فى كل شئ متساوية فى عدد اللفات وفى سمك السمك وفى طريقة التوصيل.

ويجمع نهايات الثلاث فازات معا وتظل داخل المحرك، أما بالنسبة للبدايات فيأخذ أى طرف منها دون تحديد مع الطرف المشترك للسرعة العالية ويصبحا معا الطرف الرئيسى للسرعتين.

وفى هذه الحالة عند قياس أطراف السرعة البطيئة ستجد أن جميع القراءات متساوية

حيث أنك إذا وضعت طرفى الاومتر بين أى طرفان من السرعة البطيئة ستقيس مقاومة ملفات فاز+مقاومة ملفات فاز آخر فكما تحدثنا أن ملفات الثلاث فازات متساوية.

ويعامل عند تشغيله كأنه محرك ١ فاز عادى يضع طرفى المكثف بين طرفى السرعة البطيئة وطرف الكهرباء فى النقطة الرئيسية للسرعتين (رقم ١) وطرف الكهرباء الاخر يصل مرة مع الطرف رقم (٤) فيعمل المحرك فى اتجاه أو يضعه على الطرف رقم ٥ فيعمل فى الاتجاه الآخر.

ولكن هنا تذكر أنك عند قياس الطرفان ٤ و ٥ سيعطى نفس القراءة التى قراءها الأومتر بين ١ و ٤ أو ١ و ٥ وليس مجموع مقاومة الاثنين مثلما يقرأ فى حالة لف المحرك تشغيل وتقويم.

كيفية اختبار محرك ذات ٧ أطراف

توجد بعض محركات الروزتة لها ٧ أطراف وفى هذه الحالة لاتوجد أى مشكلة لتحديد الاطراف والاختبارات.

فمثل هذه المحركات بها ٥ أطراف تماما مثلما شرحنا مسبقا بالتفصيل. أما الطرفان الاخران فهما منفصلان تماما عن ملفات المحرك وهما طرفان أوفرلود موجود داخل المحرك ملامس الملفات. وعند حدوث ارتفاع فى درجة حرارة الملفات لاى سبب يفصل نقطة تلامسه المغلقة أى سيفصل الطرفان.

وبالتالى عند الاختبارات ستجد أنه توجد قراءة بين طرفين تساوى صفرا أوم وهذان الطرفان لا يتصلا مع أى طرف آخر من الاطراف الخمس فيصبح هذان الطرفان هما طرفا الاوفرلود وباقى الاطراف تعامل تماما مثل محرك له ٥ أطراف فقط.

– ويتصل طرفان الاوفرلود فى دائرة التيمر مع السرعة البطيئة فقط أو فى بعض الأحيان توصل بالتوالى مع الخط الرئيسى للمحرك أى مع السرعة البطيئة أو العالية أيضا.

وفى بعض الأحيان يفصل هذا الاوفرلود نقاطه نتيجة لارتفاع درجة حرارة الملفات ويظل مفصولا حتى بعد أن تنخفض حرارتها وبذلك لا يعمل المحرك أو يعمل بالسرعة العالية فقط وفى هذه الحالة من الممكن إلغائه بتوصيل الطرفان معا من خارج المحرك.

وفى المحركات التى تحتوى على ٥ أطراف فقط يتصل هذا الاوفرلود من الداخل بالتوالى مع الطرف الرئيسى للسرعتين وفى هذه الحالة اذا ظل مفصولا يجب فك المحرك وتحديد طرفى الاوفرلود وتوصيلهما معا.

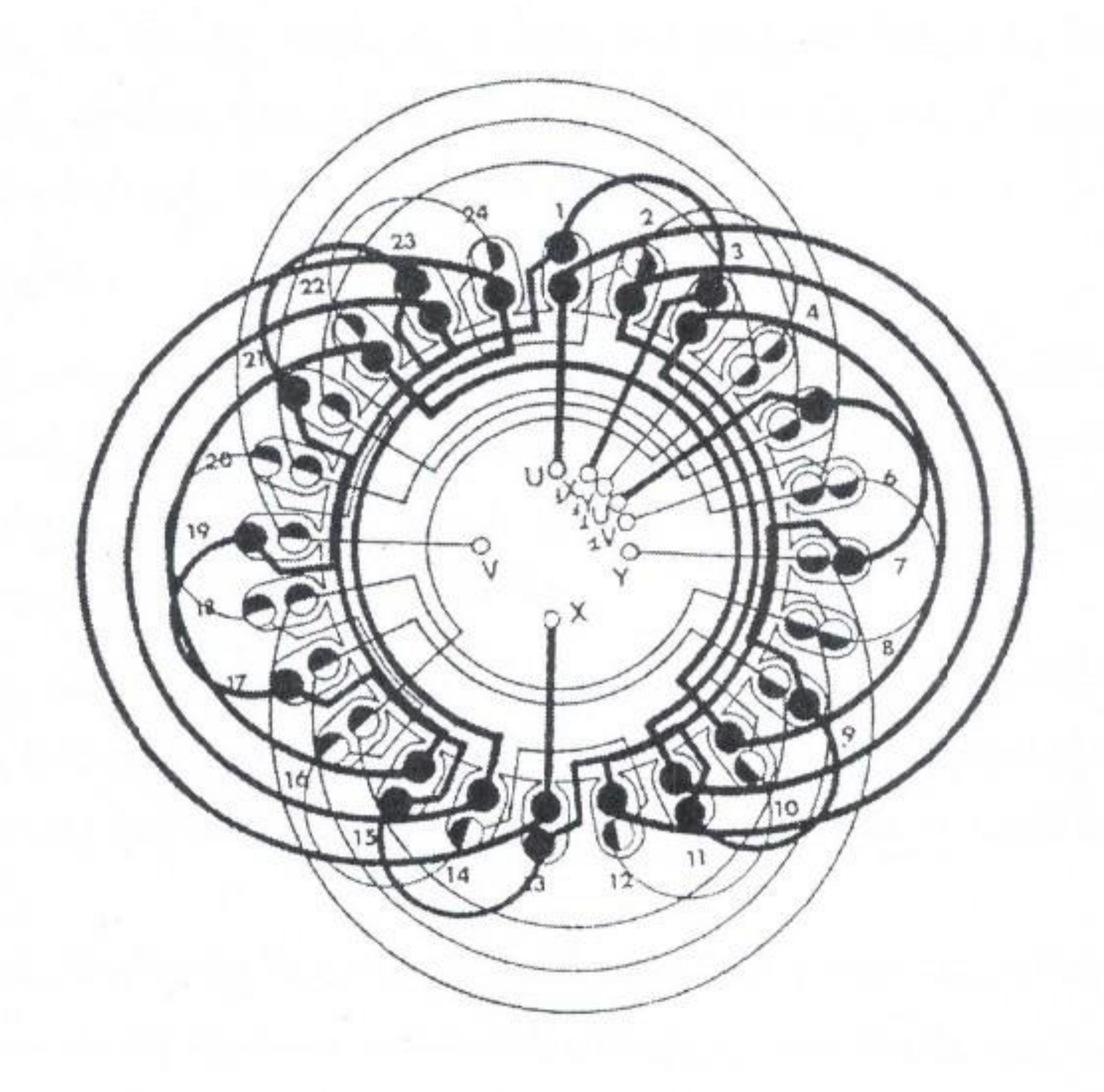
ملحوظة :

فى بعض المحركات اذا بدلت طرف التقويم مع طرف التشغيل فى السرعة العالية سيعمل المحرك بقدرة أقل أى من الممكن أن يدور بدون وجود غسيل بالغسالة ولا يستطيع البدء فى حالة وجود الغسيل. وفى هذه الحالة غير مكان طرفى التشغيل والتقويم فى السرعة العالية طرف مكان الاخر.

فى بعض المحركات التى تلف فيها السرعة البطيئة كأنها محرك ٣ فاز. يكون فيها عدد لفات ملفات فازة أقل من لفات الفازتين الأخرتين. فإذا وجدت هذا يجب أن تكون بداية الفاز الذى يحتوى على عدد لفات أقل هو الذى يجمع مع مشترك السرعة العالية.

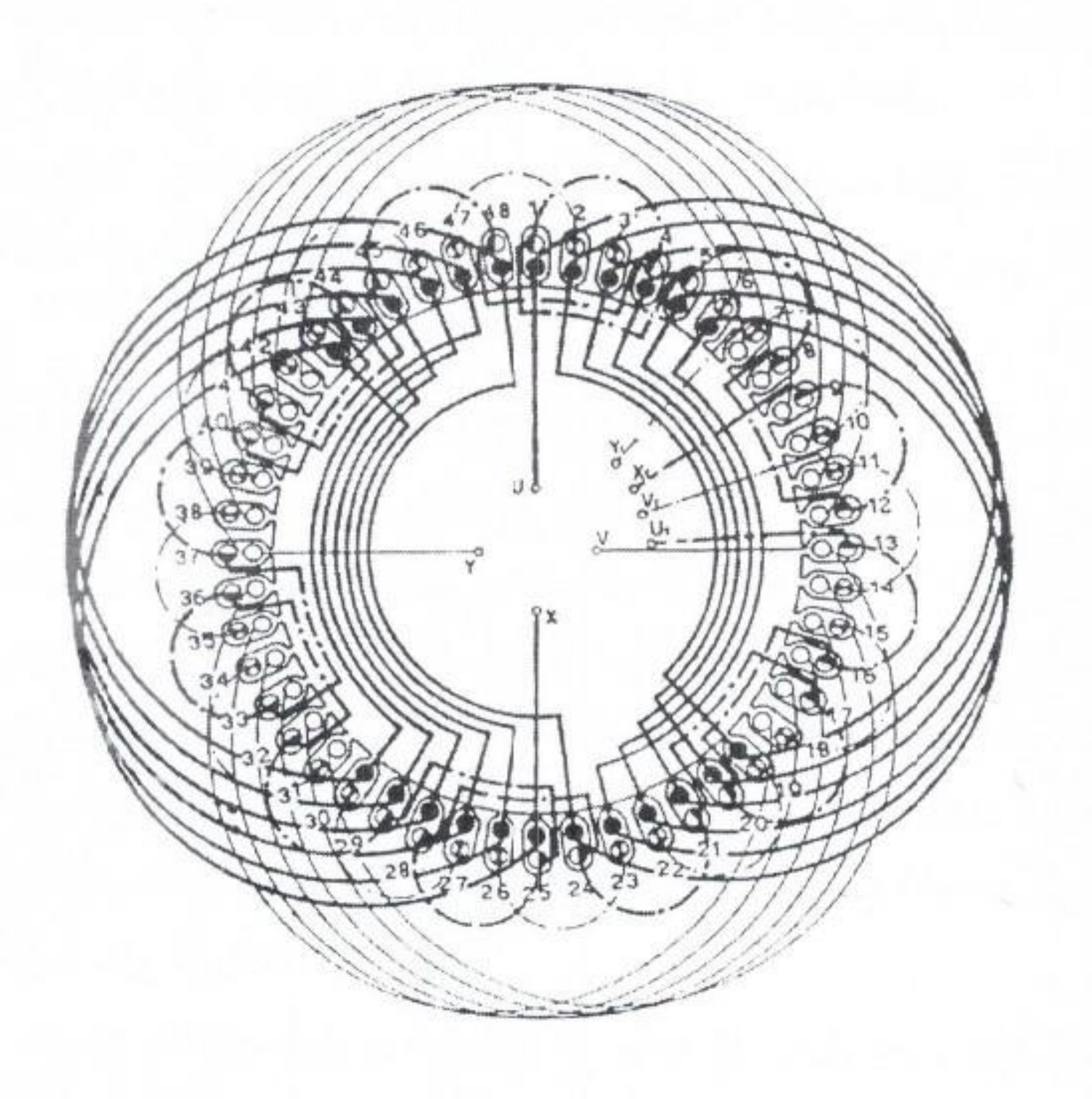
بعض المحركات التى تحتوى على ٧ أطراف تكون السرعة البطيئة ملفوفة كمحرك ٣ فاز ولكن فاز منهم عدد لفاتة تقريباً نصف عدد لفات الفازتين الأخرتين وبسمك سلك أكبر منهم . وطرفين من الفازة المختلفة يخرجوا منفصلين على الروزته ليصبح أطرافها ٧ أطراف بدلاً من ٥ .

دائرة محرك غسالة أتوماتيك
٢٤ مجرى ٢ و ١٢ قطب



تشـغـيل السـرعة العـاليـة U - X	تشغيل السرعـة البطيئة U1 - X1
تقـويم السـرعـة العـاليـة V - Y	تقويم السـرعة البطـيـئة V1 - Y1

دائرة محرك غسالة أتوماتيك
٤٨ مجرى ٢ و ١٢ قطب



تشغيل السرعة العالية U - X	تشغيل السرعة البطيئة U1 - X1
تقويم السرعة العالية V - Y	تقويم السرعة البطيئة V1 - Y1

أعطال محركات الوجه الواحد

إحتمال حدوث أعطال للمحركات الوجه الواحد أكثر من محركات الثلاثة أوجه حيث أن محرك الوجه الواحد يعمل بملحقات خارجية كمفتاح الطرد المركزى أو المكثف أو غيرها وكل هذه من الممكن أن تكون سبباً فى حدوث أعطال.

ولذلك وبدلاً من تكرار الكلام فأعطال المحرك الوجه الوحد تشبه أعطال محركات الثلاث أوجه باستثناء عطل سقوط فازة إضافة الى الملحقات التى تتصل مع ملفات التقويم.

(أنظر التوصيل الخارجى لمحركات الوجه الواحد)

فإذا لم يبدأالمحرك دورانه بعد أن نتأكد من صلاحية رولمان البلى وأحكام غلق المحرك جيداً فالعطل ينحصر بين ملفات التقويم والملحقات التى تتصل معه إذا كان مكثف أو مفتاح طرد مركزى أو ريلى تيار فتأكد من صلاحية الملحق المتصل مع ملفات التقويم ثم ملفات المحرك نفسها أما فى حالة عدم فصل التيار عن ملفات التقويم أو مكثف التقويم فسيدور المحرك بسرعة أبطأ من سرعته ويسحب شدة تيار عالية ويكون له صوت مزعج وإذا ترك هكذا التيار يحترق. فتأكد فى هذه الحالة من مفتاح الطرد المركزى أو ريلى التيار أو ريلى الفولت.

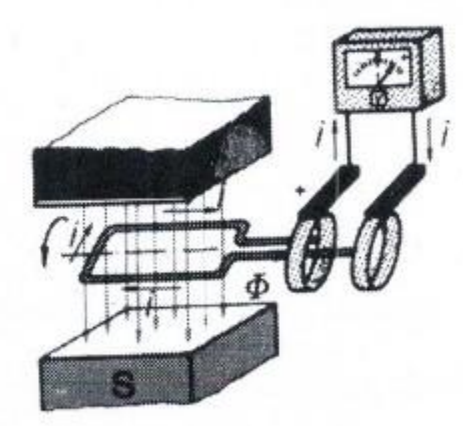
مع ملاحظة إذا كان المحرك قد أعيد لفه من جديد فإحتمال وجود خطأ باللف. ولسهولة كشف أسباب العطل بسهولة أدرس جيداً التوصيل الخارجى لمحركات الوجه الواحد.

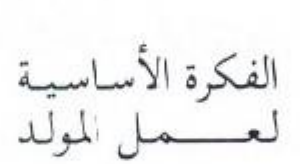
مولدات ثلاثة أوجه

لن ندرس المولدات بأستفاضة ولكن الغرض التعرف على اساسياته ومدى الأختلاف بينه وبين المحرك بحيث يتمكن من له خبرة فى لف المحركات أن يكون بإستطاعته إعادة لف مولد تيار متردد.

فكما نعلم أن المولد يأخذ طاقة ميكانيكية دوارة (فى أكثر الأحيان بواسطة محرك ديزيل أو بنزين) ويعطى طاقة كهربائية.

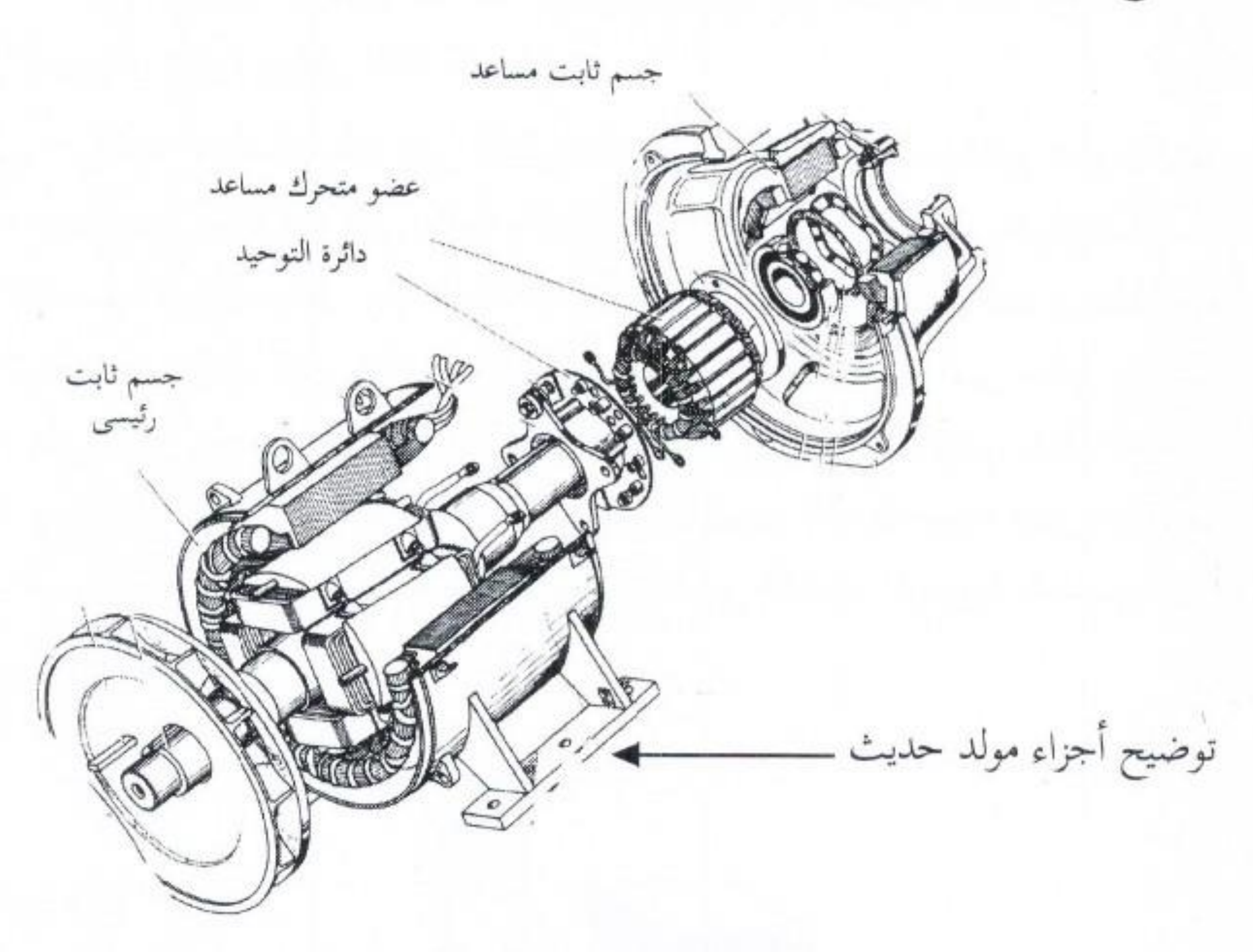
وفكرة عمله تعتمد على القانون الذى يقول أن أى ملف يقطع خطوط فيض مغناطيسى يتولد فيه تيار. والمولد عبارة عن جسم ثابت يلف مثل المحرك تماماً. أما العضو المتحرك فيلف عليه مخدات بنفس عدد أقطاب الجسم الثابت ويتصلوا معاً بحيث يمر التيار فيهم بإتجاه معاكس. وينتهوا بطرفان يتصلوا بحلقتين نحاس مركبتين على اكس العضو المتحرك ومعزولين عنه. وبواسطة الشربون الموجود فوق الحلقتين يصل تيار مستمر (من بطارية مثلاً) إلى ملفات العضو المتحرك فيتولد فيض مغناطيسى وبدوران العضو المتحرك تقطع خطوط هذا الفيض الملفات الموجودة بالجسم الثابت فيتولد فيها تيار.




الفكرة الأساسية لعمل المولد

أما المولدات الحديثة فلا يوجد بها حلقات أنزلاق وبالتالى لايوجد شربون. وأيضاً لا تحتاج تغذية خارجية بتيار مستمر.

وسنشرح هنا كيفية توليد التيار من المولدات الحديثة بدون شربون أو تغذية خارجية حيث أنها تختلف فى تكوينها عن المولدات التى تعمل بشربون فمثل هذه المولدات تتكون من جسم ثابت رئيسى وآخر مساعد. وكذلك روتور رئيسى وآخر مساعد وسنوضح كل جزء على حدى.



الجسم الثابت الرئيسى:

وهو لا يختنف فى تكوينه عن الجسم الثابت للمحرك سوى أن مجاريه فى وضع مائل. ويقسم بنفس اسلوب محركات الثلاث أوجه تماماً وأكثر الأحيان يكون ٤ أقطاب ويمكن لفه بأى طريقة وأكثر الطرق التى يلف بها المولد (جانبان بالمجرى) ويتم

حساب عدد لفاته وسمك سلكه بنفس حسابات المحرك وبالطبع أيضاً التوصيل إذا كان عـادى أو به توازى خـارجى. وفى النهـاية يخـرج منه ٦ أطراف توصل على الروزتة الخاصة به ستار أو دلتا تبعاً لفرق الجهد المطلوب.

مع مـلاحظة أنه فى بعض المولدات يحتـاج إلى فـولت خـاص لدائرة الكنتـرول الالكترونية. فمن الممكن أن يأخذ لهذه الدائرة طرفين من الأطراف الرئيسية للمولد. أو طرف واحـد والطرف الآخـر من نقطة تجـمع ستـار. أو (وهذا مـا يجب مـلاحظتـه جيداً) أنه يأخذ طرف من الأطراف الرئيسية والطرف الثانى من لحام بين مجموعة وأخرى أو بين ملـف وآخـر. أو فى بعـض أحـيان أخرى يلف لها ملفات خاصة auxiliary winding عبارة عن توصيلة محرك آخر ولكن بلفة واحدة أو أكثر قليلاً بسلك مـعـزول بقطن أو بلاستـيك تحت الملفـات الرئيسـيـة. ويجب أن تخـرج هذه الأطراف كـما هى وبنفس الخطوة واللفات لأنه كـما تحدثنا هى خاصة بفرق الجهد الذى سيغذى دائرة الكنترول. وتختلف قيمة هذا الجهد من دائرة مولد إلى مولد آخر تبعاً لتصـميمه. فلا يجب تغيير هذه الأطراف إلا إذا كنت ستصـمم للمولد دائرة كنترول جديدة.

الجسم الثابت المساعد (Exciter stator)

ويلف بعـدد من المخدات تمثل عـدد الأقطاب ومن الممكن أن يكون عـددها نفس عدد أقطاب الجسم الثابت أو أكثر منه.

ويخرج من هذه الملفات بعد توصيلها معاً (بنفس قوانين توصيل المحركات) طرفين. وفى أحيان قليلة يقسم الجسم المساعد إلى جزئين ويخرج منهم ٤ أطراف وذلك تبعاً لتصميم كنترول المولد.

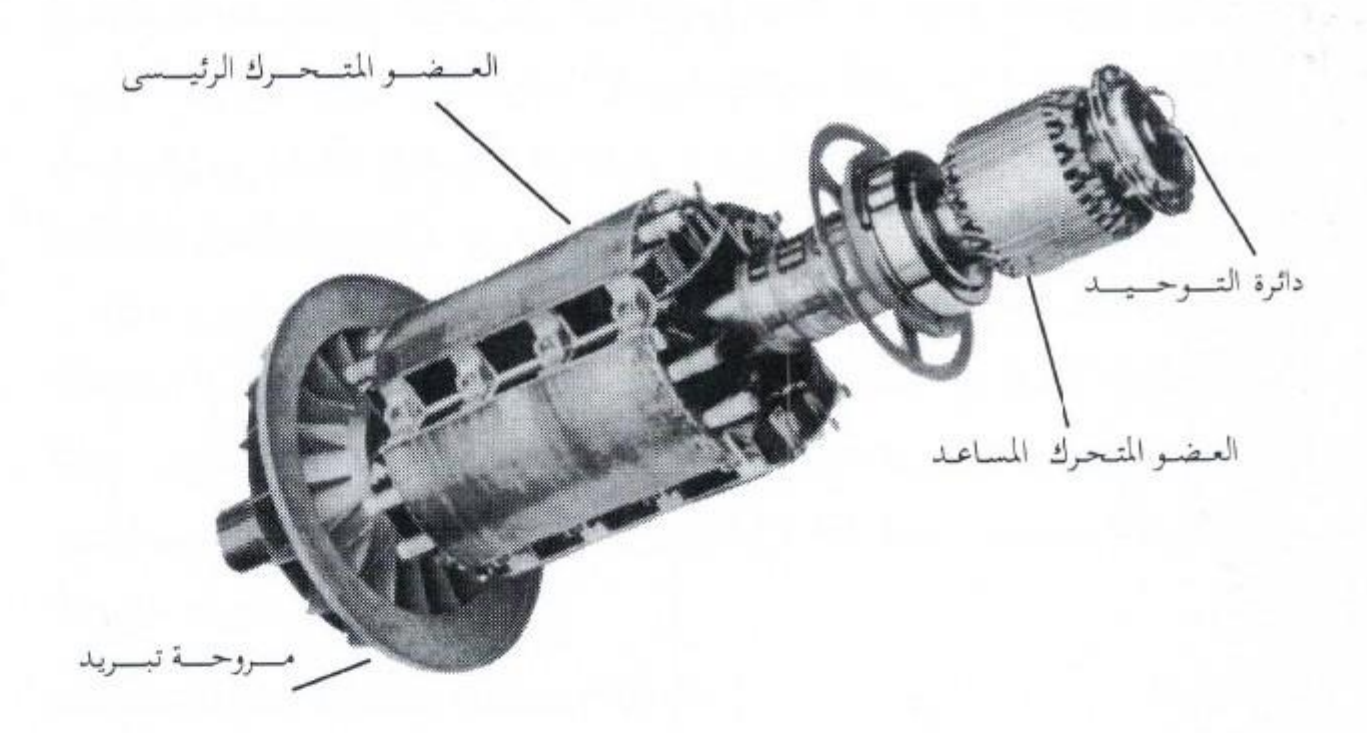
العضو المتحرك الرئيسى:

وهو عبارة عن ٤ مخدات تمثل نفس عدد أقطاب الجسم الثابت الرئيسى وتتصل معاً نهاية مع نهاية بحيث يمر التيار فى المخدات باتجاه معاكس ويخرج منهم فى النهاية

طرفان فقط يتصلوا بطرفى الموجب والسالب لدائرة توحيد مركبة على عمود الأدارة وتدور معه.

العضو المتحرك المساعد (Exciter Rator)

يلف كمحرك ثلاث أوجه ويخرج منه ٦ أطراف يوصل ثلاث نهايات منهم ستار داخليا ويتصل الثلاث بدايات بدائرة التوحيد المركبة على عمود الأدارة.



فكرة التشغيل:

بداية توليد التيار تكون بنظرية المغناطيسية المتبقية (residual magnetism) وهى تقول أنه عند مرور تيار بالملفات تتمغنط الشرائح وطالما تمغنطت أول مرة فعند فصل التيار بعد ذلك لا تفقد المغناطيسية تماماً ولكنها تظل حاملة خواص المغناطيسية ولو بأجزاء بسيطة.

وهو يستغل هذه المغنطيسية المتبقية فعند دوران المولد يتولد فرق جهد بسيط جداً على الأطراف الخاصة بدائرة الكنترول فى الجسم الثابت ومنها وبعد رفعها بواسطة محول صغير تصل إلى أطراف الجسم الثابت المساعد فيتولد فرق جهد مناسب فى

ملفات العضو المتحرك المساعد المتصلة بدائرة التوحيد المركبة على اكس المحرك والمتصل بها طرفى البوبينة الرئيسية فى نقطتى الموجب والسالب وبذلك أصبح على طرفى البوبينة الرئيسية تيار مستمر بقيمة مناسبة وبالتالى يتولد فرق الجهد المطلوب فى ملفات الجسم الثابت الرئيسى.

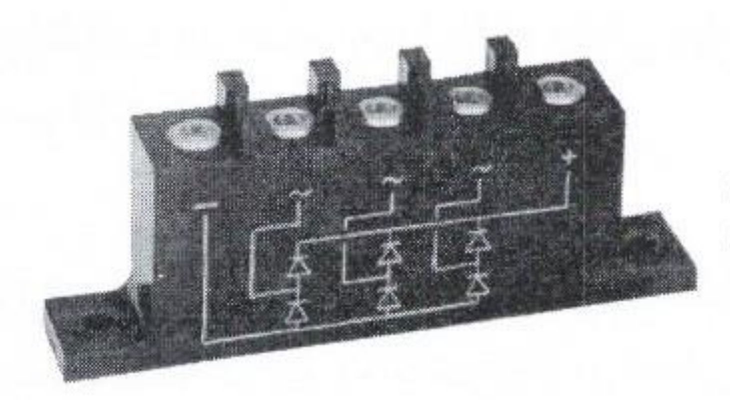
ملحوظة:

من فكرة التشغيل تلاحظ أن بداية توليد التيار معتمدة على المغنطيسية المتبقية بشرائح الجسم الثابت لذلك عند إعادة لف المولد من الممكن أن تفقد هذه المغناطيسية إذا تم إخراج الملفات بواسطة التسخين مثلاً. أو إذا طرق على شرائح الجسم الثابت بشدة أو لأى سبب آخر. وبالتالى فعند التجربة إذا لم يبدأ المولد فى إخراج أى قيمة جهد فمن الأسباب الرئيسية التى تؤدى الى ذلك هى فقد المغناطيسية. ومن الممكن فى هذه الحالة تغذية طرفى ملفات الجسم المساعد بتيار مستمر فى حدود ١٢ فولت (من بطارية مثلاً) (فى بعض كتالوجات ماركات معينة يحدد قيمة هذا الفولت) ولحظة توصيل التيار المستمر سيتولد فولت فى ملفات الجسم المساعد المتحرك ومنه لدائرة التوحيد ومن دائرة التوحيد الى البوبينة الرئيسية. ولا يجب التحميل على المولد أثناء هذه العملية. وبعد فترة قليلة أفصل التغذية الخارجية. فإذا ظل الفولت كما هو بملفات الجسم الرئيسى فمعنى هذا أن لشرائح قد أكتسبت المغناطيسية المطلوبة وسيعمل فى المرات التالية بدون هذه التغذية.

ويجب أن تظل قيمة فرق الجهد المولدة ثابتة فى كل الأحوال إذا كان بالحمل كامل أو بحمل متوسط أو بدون حمل وتتوقف هذه العملية على عدة عوامل أهمها:

أ- قيمة التيار المستمر الذى يصل الى ملفات البوبينة الرئيسية تمر بعدة مراحل منها محول الكنترول. ودوائر التوحيد ودائرة الكنترول الاليكترونية والملفات المساعدة وغيرها فأى عطل بأى جزء من هذه الأجزاء يودى إلى وصول التيار المستمر للبوبينة الرئيسية بقيمة غير مناسبة فيرتفع أو ينخفض فرق الجهد على الأطراف

الرئيسية للمولد. أو لا يصل أصلاً تيار إلى البوبينة الرئيسية وبالتالى لا ينتج فرق جهد نهائياً.



دائرة توحيد تحول تيار ٣ فاز الى سالب وموجب

ب- سرعة دوران العضو الدائر يجب أن تكون نفس سرعة المجال المغناطيسى للأقطاب بمعنى أنه إذا كان المولد ٤ قطب يجب أن يدور بسرعة ١٥٠٠ لفة/دقيقة فمن الممكن حدوث تفويت فى محرك الديزيل فتضعف قدرته وعند توصيل الحمل بالمولد تنخفض سرعته وبالتالى ينخفض فرق الجهد والتردد أيضاً وبالطبع يشكل هذا خطراً على الأحمال الموصلة بالمولد. ،وكذلك إرتفاع السرعة يؤدى إلى زيادة فرق الجهد والتردد.

ج- من الممكن ضبط قيمة الجهد فى حدود معينة بواسطة مقاومة متغيرة توجد بدائرة الكنترول الإلكترونية أو عن طريق المحول ذات الثغرة الهوائية وهو موجود بأكثر المولدات . فكلما ذادت الثغرة الهوائية كلما إرتفعت قيمة فرق الجهد .

الثغرة الهوائية

المحول ذات الثغرة الهوائية

الأعطال الرئيسية للمولد

□ لايوجد فولت والمولد يعمل بدون حمل

* فيوز دائرة الكنترول الالكترونية (AVR) تالف
* شورت بدائرة التوحيد المركبة على الاكس
* شورت بمكثف دائرة التوحيد إن وجد
* فصل أو شورت بملفات الجسم الثابت المساعد
* فصل فى اللفات المساعدة المغذية دائرة الكنترول
* فقد المغناطيسية المتبقية ويحتاج تغذية خارجية
* سرعة المولد منخفضة
* فصل فى الملف الثانوى لمحول الكنترول

□ جهد المولد منخفض وهو يعمل بدون حمل

* تلف موحد أو أكثر بدائرة الكنترول المطبوعة أو بدائرة التوحيد المركبة على الأكس
* سرعة المولد منخفضة
* الثغرة الهوائية لمحول الكنترول صغيرة جداً.
* أنخفاض فى عزل الملفات

□ جهد المولد مرتفع وهو يعمل بدون حمل

* شورت فى الملف الثانوى لمحول الكنترول
* سرعة المولد مرتفعة
* تلف فى بعض محتويات دائرة الكنترول المطبوعة
* الثغرة الهوائية لمحول الكنترول كبيرة

❑ **جهد المولد ينخفض عند التحميل**

* السرعة تنخفض عند التحميل نتيجة لضعف محرك الديزيل
* الحمل أكبر من قدرة المولد
* انخفاض فى عزل ملفات الجسم المساعد أو الرئيسى

❑ **جهد المولد غير ثابت (مذبذب)**

* سرعة المولد غير ثابتة
* أطراف التوصيل لدائرة الكنترول المطبوعة غير جيدة وكذلك أى أطراف تخص الكنترول

❑ **إرتفاع درجة حرارة المولد**

* تحميل زائد
* ممرات هواء التبريد غير نظيفة أو أتربة بكمية كبيرة تغطى الملفات
* أنخفاض فى عزل الملفات

ملاحظات :

❑ عند تغذية أطراف ملفات الجسم الثابت المساعد بتغذية خارجية نتيجة فقد المغناطيسية المتبقية أبدأ بفولت منخفض وليكن ٦ فولت. أو بواسطة مقاومة متغيرة على التوالى يمكنك التحكم فى قيمة الفولت الواصل للأطراف.

❑ عند فك الأطراف الواصلة الى دائرة الكنترول المطبوعة يجب تميزها جيداً حتى يعود كل طرف مكانه. خاصةً فى حالة عدم وجود كاتلوج للمولد. نفس الشئ عند فك ملفات الجسم الثابت أو المساعد.

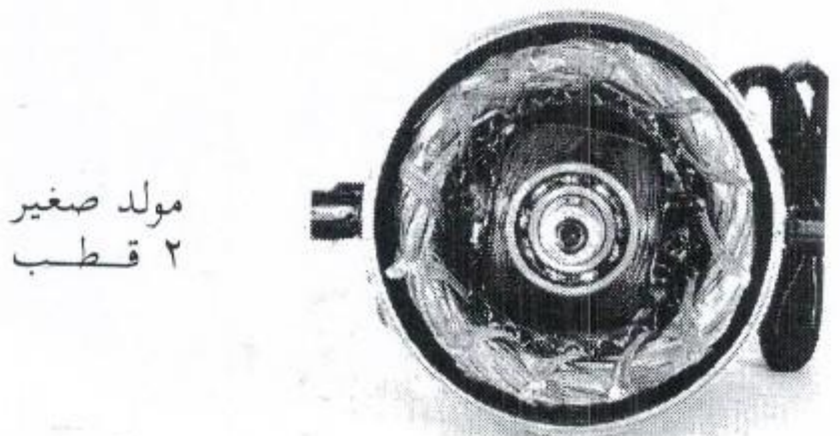
❑ فى حالة أختبار عزل الملفات بالميجر أو بفولت مرتفع يجب فصل أطراف الدائرة الالكترونية هذا ولا يفضل أختبار عزل ملفات العضو المتحرك بفولت مرتفع.

❑ عادةً القدرة التى تسجل على يفطة المولد هى القدرة الظاهرية KVA ويمكنك بواسطة هذه القانون التقريبى تحديد القدرة الفعالة KW

$$KW = \frac{A}{2} - 5\%$$

$$KVA + 1\% = \frac{A}{1,5}$$

❑ تقسم ملفات الجسم الثابت لمولدات الوجه الواحد على أنها ١ فاز (ملفات تشغيل فقط). ومجموعة واحدة ثانوية بسلك أرفع لدائرة الكنترول.

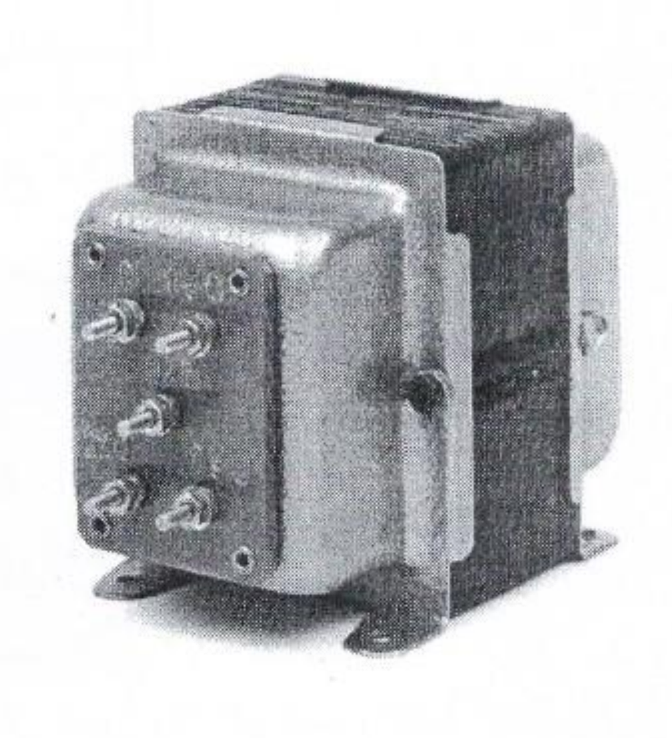


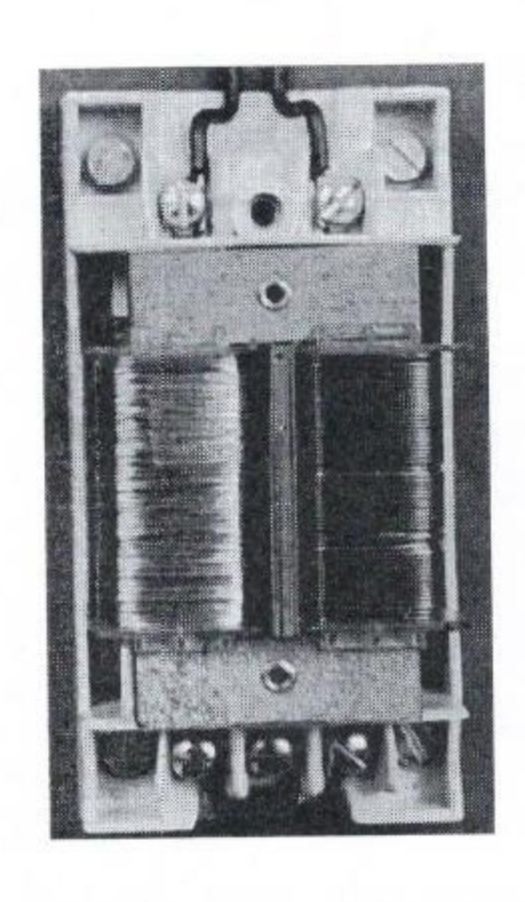
مولد صغير
٢ قطب

❑ دوائر ملفات الجسم الثابت للمولدات هى نفس دوائر المحركات وخاصةً الدوائر التى تحتوى على توصيل توازى خارجى. غير أنه يجب ملاحظة أطراف دائرة الكنترول وهى أطراف بسلك أرفع من البدايات والنهايات الرئيسية للثلاث فازات.

المحولات الكهربائية

يستخدم المحول الكهربائى فى خفض أو رفع قيمة الفولت ويتكون من مجموعة شرائح بمساحة معينة تبعاً لقدرة المحول وحوله هذه الشرائح وفوق بكرة من البلاستيك أو الفبر يلف عدد لفات معين من السلك فإذا مر تيار بهذا الملف يتولد مجال مغناطيسى وأى عدد لفات أخرى فوق البكرة تقطع المجال فيتولد فيها تيار تبعاً لعدد لفاتها وكلما زاد عدد هذه اللفات زاد الفولت المتولد فيها والعكس.





تتعدد أشكال الشرائح والشكل المعتاد اكثر هو شكل حرف E والضلع الأوسط فيه عرضه يساوى ضعف عرض الضلع الجانبى وتكون الملفات حول الضلع الأوسط فقط . والأشكال الأخرى مهما اختلفت فعند حساب عدد اللفات يقاس سمك وعرض الضلع الذى سيركب فوقه البكرة.

خطوات إعادة لف المحول

* معرفة قيم الفولت المطلوبة. إذا كانت مسجلة على المحول أو إن لم تكن معلومة فيجب معرفة قيمة مصدر التيار الذى سيعمل به المحول وقيمة الفولت الذى يعمل به الجهاز المستخدم له هذا المحول.
* فك أى أجزاء خارج الشرائح والبكرة.
* قياس سمك الشرائح وهى مضغوطة معاً
* فك شريحة وقياس عرض الجزء الذى بداخل البكرة. مع ملاحظة أن أول شريحة تخرج بصعوبة خاصة فى المحولات جيدة الصنع.
* تطبيق قانون ايجاد عدد لفات الفولت الواحد ومعرفة عدد اللفات الخاص بكل قيمة.
* فك باقى الشرائح من داخل البكرة.
* فك سلك الملف الثانوى مع قياس قطره بالميكرومتر. ثم الملف الإبتدائى وقياس قطره أيضاً.

قـــــانون:

عدد لفات الفولت الواحد =

$$\frac{١}{٤,٤٤ \times \text{تردد} \times \text{معامل القدرة المغناطيسية} \times (\text{السمك} \times \text{العرض بالمتر المربع})}$$

توضيح القانون:

* ٤,٤٤ رقم ثابت يستخدم لجميع المحولات
* تردد هو قيمة ذبذبة التيار بالهيرتس (HZ)
* معامل القدرة المغناطيسية يمكن تحديده طبقاً للجدول الآتى:

قدرة المحول	معامل القدرة المغناطيسية
أقل من ١ كيلو وات	١
أكثر من ١ : ٣ كيلو وات	١,٠٥
أكثر من ٣ : ٥ كيلو وات	١,١
أكثر من ٥ كيلو وات	١,٢

السمك × العرض هو سمك وعرض القلب الحديدى الذى بداخل البكرة ويحول الى متر مربع.

وناتج القانون هو عدد لفات الفولت الواحد وهذا الناتج خاص بقيم الفولت فى الملف الإبتدائى أو الملف الثانوى.

مثال:

محول ١ فاز قدرته ٤٠٠ وات يعمل بتيار تردده ٥٠ هيرتس / ثانية سمك القلب ٥٠ملم وعرضه ٤٠ ملم القيم المطلوبة ملف ابتدائى ١١٠-٢٢٠ فولت - ملف ثانوى ١,٥-٦-١٢

الحل :

$$\text{عدد لفات الفولت الواحد} = \frac{١}{٤٤,٤ \times ٥٠ \times ١ \times \frac{٥٠\ \text{ملم} \times ٤٠\ \text{ملم}}{١٠٠٠٠٠٠}}$$

$$= \frac{١}{٠,٤٤٤} = ٢,٢٥٢\ \text{لفة/فولت}$$

إذن عدد لفات الفولت الواحد = ٢,٢٥٢ لفة

ثم أضرب الناتج دون اختصاره فى قيم الفولت المطلوبة.

الملف الابتدائى

١١٠ فولت × ٢,٢٥٢ = ٢٤٧,٧ أى ٢٤٨ لفة

٢٢٠ فولت × ٢,٢٥٢ = ٤٩٥,٤٤ أى ٤٩٦ لفة

- الملف الثانوى:

١,٥ فولت × ٢,٢٥٢ = ٣,٣٧٨ أى ٤ لفة

٦ فولت × ٢,٢٥٢ = ١٣,٥١٢ أى ١٤ لفة

١٢ فولت × ٢,٢٥٢ = ٢٧,٠٢٤ أى ٢٨ لفة

وعند اللف فوق البكرة أبدأ بالملف الابتدائى لأن سلكه قطره أقل من سمك الملف الثانوى

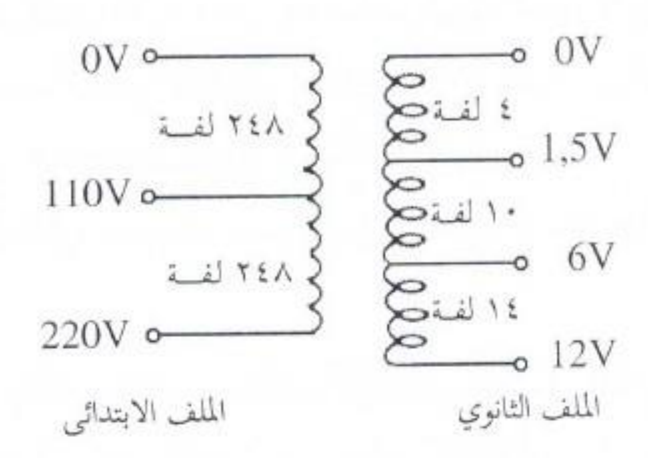
وبداية سلك الملف الابتدائى يعتبر طرف الزيرو 0 وإذا كان قطر سلك الملف الإبتدائى رفيع جداً يلحم الأطراف بسلك معزول بالبلاستيك حتى يتثنى التعامل مع هذه الأطراف فى النهاية بسهولة دون الخوف من قطعها . أما إذا كان السلك الذى سيلف به المحول قطره سميك نسبياً من الممكن أن تخرج الأطراف بنفس السلك مع عزلها بمكرونة .

وبعد خروج بداية سلك زيرو الملف الإبتدائى أكمل الملف قدر المستطاع كل لفة مجاورة للفة الأخرى وبعد الإنتهاء من طبقة كاملة أبدء فى طبقة جديدة وهكذا حتى يصل عدد النفات الى ٢٤٨ لفة فيخرج طرف ثانى هو طرف ١١٠ فولت ثم أكمل بنفس السلك فوق ٢٤٨ لفة. ٢٤٨ لفة أخرى ليكون العدد بين الزيرو والطرف ٢٢٠ فولت هو ٤٩٦ لفة. وبعد الإنتهاء من لف الملف الابتدائى توضع ورقة برسبان حول السلك وتأكد أنها تغطى لفات الملف الإبتدائى بالكامل.

ثم إبدأ بداية جـديدة بسلك الملف الثـانوى وتكون هذه البـداية هى زيرو الملف الثانوى ثم أكمل عدد لفات لتصل الى ٤ لفة ثم أخرج الطرف ١,٥ فولت ثم أكمل عدد اللفـات حتى ١٤ لفـة واخـرج الطرف ٦ فـولت ثم أكـمل فوق عـدد اللفـات الملفوف حتى ٢٨ لفة فيخرج الطرف الخاص بجهد ١٢ فولت ثم أقطع السلك وأعزل الملف الثانوى بطبقة برسبان.

ولا يتم توصيل تيار للملفات قبل وضع الشرائح فإذا حدث ذلك ستحترق الملفات حيث أن الثغرة الهوائية فى هذه الحالة كبيرة جداً. ومن الممكن إختبار الأطراف قبل وضع الشرائح بواسطة الأومتر أو مصباح التوالى للتأكد من عدم وجود فصل فقط وليس لأختبار قيمة الجهد.

ثم أبدأ بوضع الشـرائح داخل البكرة بنظام بحـيث لا يوجـد فـراغ بين الشـرائح وبعضها وتضغط قدر المستطاع داخل البكرة وكلما ضغطت الشرائح معاً ولا يوجد أى ثغرة هوائية كلما زادت كفاءة المحول وأنخفض صوته تماماً.



تجربة المحول بالتيار:

بعـد التـأكـد من عـزل الملفـات عن الشرائح يوصل فـولت المصـدر بين طرفين فى المحول لهـم نفس القـيمـة بمعنى إذا كـان لديك ٢٢٠ فولت يتصلوا بين طرف الزيرو للملف الإبتدائى بين الطرف ٢٢٠ أو إذا كـان المصدر ١١٠ فولت يوصل بين طرف الزيرو والطرف ١١٠ وطالما وصل فرق جـهـد مـعين بين طرفين لـهم نفس القـيـمـة.

سيعطى المحول باقى قيم الفولت المتولدة بين باقى الأطراف. ويمكنك إختبار باقى هذه الأطراف بواسطة فولتميتر للتأكد أن بين كل طرفين القيمة المطلوبة.

ملاحظات :

- في محولات القدرات الصغيرة يكتفى بعزل الملف الإبتدائى عن الملف الثانوى أما فى المحولات ذات القدرات الكبيرة يعزل كل طبقة لفات عن الطبقة التى فوقها وكلما زادت قيمة العزل كان أفضل ولكن يجب أن تعلم أن هناك حجم معين فوق البكرة لا يجب أن ترتفع عنه فإذا حدث ذلك فى النهاية لا يمكن دخول الشرائح على جانبى البكرة.
- يفضل قبل فك الأطراف وضع علامات بالقلم الفلومستر توضح جهة خروج أطراف الملف الإبتدائى وجهة خروج أطراف الملف الثانوى أو إذا كانوا من جهة واحدة..
- فى المحولات الصغيرة يكتفى بوضع البكرة البلاستيك على اكس ماكينة اللف ويحجزها بقطعتين خشب من الجهتين. أما فى المحولات الكبيرة والتى سيحتاج إلى الدق فوق الملفات لتطبيعها كمحولات اللحام مثلاً. يفضل فى هذه الحالة وضع فرمة خشب تملئ فراغ البكرة بالضبط وتثقب الفرمة بقطر يساوى اكس ماكينة اللف حتى لاتتأثر البكرة بالدق فوق الأسلاك أو تضيق مساحة الفراغ الذى ستدخل فيه الشرائح خاصةً. إذا كانت البكرة من الورق المقوى.
- من الممكن تغذية المحول بقيمة فولت الملف الثانوى ووضع الحمل على قيمة من الملف الإبتدائى مع التأكد أن شدة تيار الحمل تتحملها مساحة مقطع سلك الملف الابتدائى علماً بأن المحول يعمل فقط بتيار متردد (AC) ولا يعمل على التيار المستمر (DC)

220v

12v

❑ من الممكن أن يحتوى المحول على أكثر من ملف إبتدائى منفصل كل منهما عن الأخر وكذلك من الممكن أن يحتوى على أكثر من ملف ثانوى. وفى هذه الحالة إذا كان سيغذى الملف الإبتدائى بـ٢٢٠ فولت يصل نهاية الملف الأول (110) مع بداية الملف الثانى (0) ويصل التيار ب أول زيرو وآخر ١١٠ فولت.

0v 0V
110v 24v
0v 0v
110v 24v

أما فى حالة تغذية الملف الإبتدائى بـ١١٠ فولت فيصل طرفى الزيرو معاً وكذلك طرفى الـ١١٠ معاً ويكون الملفين توازى.

ونفس الشئ فى الملف الثانوى إذا كان يريد ٤٨ فولت يصل الملفان على التوالى. وإذا كان يريد من الملف الثانوى ٢٤ فولت فقط يصل الملفان على التوازى.

وذلك لأنه فى حالة تشغيل المحول على الفولت المنخفض يستهلك شدة تيار أعلى وبالتالى يكون سمك السلك مضاعف. وعدد اللفات النصف. والعكس إذا كان المحول سيعمل على الفولت الأعلى.

❑ فى محولات القدرات الصغيرة يلف الملف الإبتدائى بقطر سلك موحد حتى إذا كان يحتوى على أكثر من قيمة للجهد وكذلك الملف الثانوى يلفه بسلك موحد أكثر سمكاً أما فى محولات القدرات الكبيرة كلما كان عدد اللفات التى بينها فولت أقل تلف بسمك سلك أكبر ويقل كلما زاد الجهد فمثلاً إذا كان الملف الإبتدائى يحتوى على قيم ٢٢٠ و ٣٨٠ فولت يلف بين الزيرو والطرف ٢٢٠ بسمك سلك معين واللفات بين ٢٢٠ و ٣٨٠ فولت تلف بسلك أقل سمكاً لأنه فى حالة تشغيل المحول على ٢٢٠ فولت سيستهلك شدة تيار معينة وإذا عمل نفس المحول على ٣٨٠ فولت سيستهلك شدة تيار أقل.

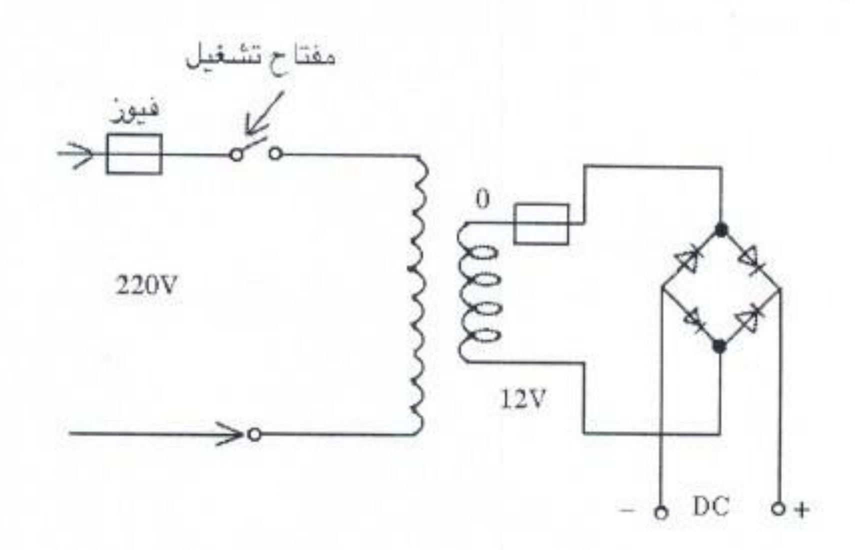
❑ كلما زاد فرق الجهد كلما زاد عدد اللفات وبالتالى زادت قيمة المقاومة فدائماً الملف الابتدائى مقاومته أعلى من الملف الثانوى والمقاومة بين الطرف زيرو و٢٢٠

فولت أعلى من قيمة المقاومة بين الطرف زيرو والطرف ١١٠ فولت.

- عند توصيل حمل على المحول يجب التأكد من أن قدرة المحول اكبر من قدرة الحمل وليس أقل منه.

محول شحن البطاريات (توبجر)

المحول الخاص بشحن البطاريات محول عادى واحد فاز أو ٣ فاز له قدرة معينة تبعاً لتيار البطارية أو مجموعة البطاريات التى سيشحنها. وقيمة فولت الملف الثانوى هى نفس قيمة فولت البطارية إذا كانت ٦ أو ١٢ أو ٢٤ فولت. وكما علمنا أن المحول يعمل على تيار متردد وخرج الملف الثانوى تيار متردد أيضاً. والبطارية عند شحنها يجب أن تتغذى بتيار مستمر. ولذلك يتم وضع دائرة توحيد تحول فولت الملف الثانوى من متردد إلى مستمر.



دائرة محول شحن بسيط

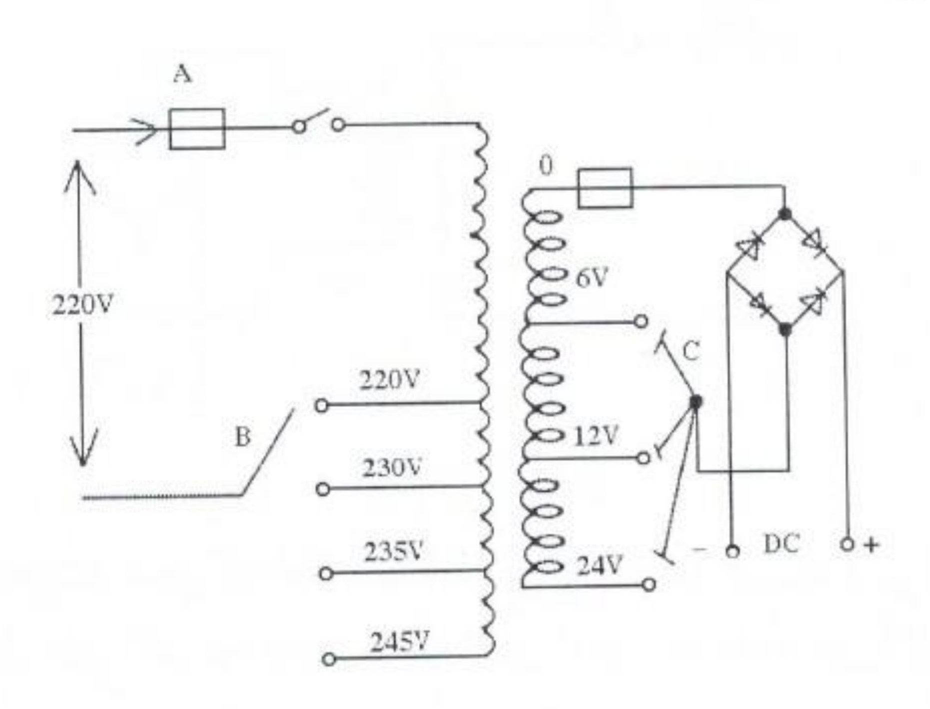
وبعض محولات شحن لها أمكانيات أكثر من هذه الدائرة البسيطة فمن الممكن أن يحتوى المحول على أكثر من فولت بحيث يمكن له أن يستعمله لشحن أكثر من نوع

لبطاريات جهدها مختلف. كما أنه من الممكن أن يحتوى على إمكانية شحن عادى أو شحن سريع والفكرة فى شحن البطارية شحن سريع أنه يرفع من قيمة الفولت الذى يشحن به البطارية فمثلاً إذا كانت البطارية ١٢ فولت يتم شحنها بـ١٣ أو ١٣,٥ فولت فى وقت أسرع.

وعند لف مثل هذه المحولات يلف الملف الإبتدائى على أساس ٢٢٠ فولت ثم يخرج أطراف أخرى تحمل فولت أعلى وليكن ٢٣٠-٢٣٥-٢٤٥ فولت أما بالنسبة للملف الثانوى فيحسب أكثر من الفولت المطلوب بحوالى ١٥ ٪.

فإذا مر التيار فى الملف الإبتدائى بين 0-220V سيكون خرج الملف الثانوى أكثر من المطلوب لشحن البطارية حوالى ١٥ ٪ وذلك عند استعمال شحن سريع. أما إذا مر التيار بين 0-230 فسيكون خرج الملف الثانوى أكثر من المطلوب لشحن البطارية بحوالى ١٠ ٪ فقط فيتم شحن البطارية فى وقت أطول وهكذا.

حتى إذا مر التيار بين 0-245 يكون خرج الملف الثانوى نفس قيمة فولت البطارية ويستعمل للشحن العادى وهذا أفضل للبطارية فى حالة عدم وجود ضرورة لسرعة الشحن فى وقت قصير.



A مفتاح تشغيل رئيسى
B مفتاح لتغير درجات أو سرعة الشحن
C مفتاح تغيير قيمة الفولت تبعاً لفولت البطارية

ملحوظة:

- من الممكن شحن أكثر من بطارية على نفس المحول فى وقت واحد بشرط أن تكون البطارايات متساوية الفولت. وقدرة المحول أكبر من مجموع قدرات البطاريات المعدة للشحن على نفس المحول.
- دائرة التوحيد لمحول شحن ٣ فاز هى نفس دائرة التوحيد لمحول لحام ٣ فاز
- من الممكن توصيل بطارياتان ١٢ فولت على التوالى مع جهد ٢٤ فولت من محول الشحن.

قـــدرة المحـــول:

تعتمد قدرة المحول فى المقام الأول على مساحة ونوعية الشرائح فكلما زادت مساحة الشرائح أرتفعت قدرة المحول. والعامل الثانى الذى يتحكم فى قيمة القدرة هو مساحة مقطع السلك فإذا كانت الشرائح مساحتها مصممة على قيمة قدرة معينة ثم أعيد لف المحول بقطر سلك أقل ستنخفض القدرة. أما بالنسبة لفرق الجهد فهو معتمد على عدد اللفات وليس قطر السلك ولذلك إذا كان عدد اللفات كالمطلوب سيعطى قيمة الفولت الصحيحة حتى لو أنخفض قطر السلك والقدرة التى تسجل على يفطة المحرك عادةً هى القدرة الظاهرية وليس القدرة الفعالة. والفرق بين القدرة الظاهرية والقدرة الفعالة هو أن قانون القدرة الظاهرية لايدخل فى حسابه معامل القدرة وهو قيمته دائما أقل من واحد صحيح لذلك فدائما القدرة الفعالة ووحدة قياسها الوات أقل من القدرة الظاهرية ووحدة قياسها فولت أمبير.

القدرة الظاهرية (VA) = فرق الجهد × شدة التيار

القدرة الفعـــالة (W) = فرق الجهد × شدة التيار × معامل القدرة

ولحساب القدرة الفعالة أو القدرة الظاهرية فى دوائر الثلاث أوجه يضاف قيمة $\sqrt{3}$ وهى 1,732

ولحساب قيمة قدرة الشرائح لمحول ما

القدرة = (مساحة القلب الحديدى بالسم)^{٢}

فمثلاً محول عـرض القلـب الحـديـــدى = ٤ سم وسمكه = ٥سم إذن القدرة = (٤×٥)^{٢} ← (٢٠)^{٢} = ٤٠٠ف/أ أى أن قـدرة هذا المحـول تساوى ٤٠٠ فـولت أمبير تقريباً

والعكس إذا كنت تريد تصميم محول بقدرة معينة وتريد معرفة مساحة القلب الحديدى

مساحة القلب الحديدى = $\sqrt{\text{القدرة الظاهرية}}$

فمثلاً إن كنت تريد تصميم محول بقدرة ٤٠٠ ف/أ إذن مساحة القلب الحديدى = $\sqrt{٤٠٠}$= ٢٠ سم ثم تأتى بجذر المساحة لتحصل على طول ضلع القلب الحديدى أى جذر المساحة $\sqrt{٢٠}$ = ٤,٤٧سم إذن من الممكن تصميم قلب حديدى ٤,٥سم × ٤,٥سم تقريباً. ولا يشترط أن يكون القلب الحديدى للمحول متساوى الأضلاع فمن الممكن الحصول على أى طول وعرض حاصل ضربهم يساوى المساحة فبدلاً من المساحة ٤,٥×٤,٥سم مثلاً ٤ × ٥سم ففى كلتا الحالتين مساحة القلب تساوى ٢٠سم.

هذا وبطريقة أخرى يمكنك إستخدام لوحتا الرسم البيانى رقم (١) ورقم (٢) وفيها المنحنى (F) يمثل التـردد أعلى منحنى لمحـولات HZ٤٢ والمنحنى الأوسط لمحـولات HZ٤٥ والمنحنى الأخير للمحولات التى تعمل بتردد HZ٥٠ وهذا ما ستستخدمه فى أكثر الأحوال.

أما المنحنى (S) فهو خاص بعدد لفات الفولت الواحد. الخط الأفقى يبين قيمة قدرة المحول (VA) والرسم البيانى رقم ١ يستخدم لقدرات حتى ١٥٠ف/أ. أما الرسم البيانى رقم (٢) يستخدم من قدرة ٢٠٠ ف/أ تقريباً حتى ١٠٠٠ ف/أ.

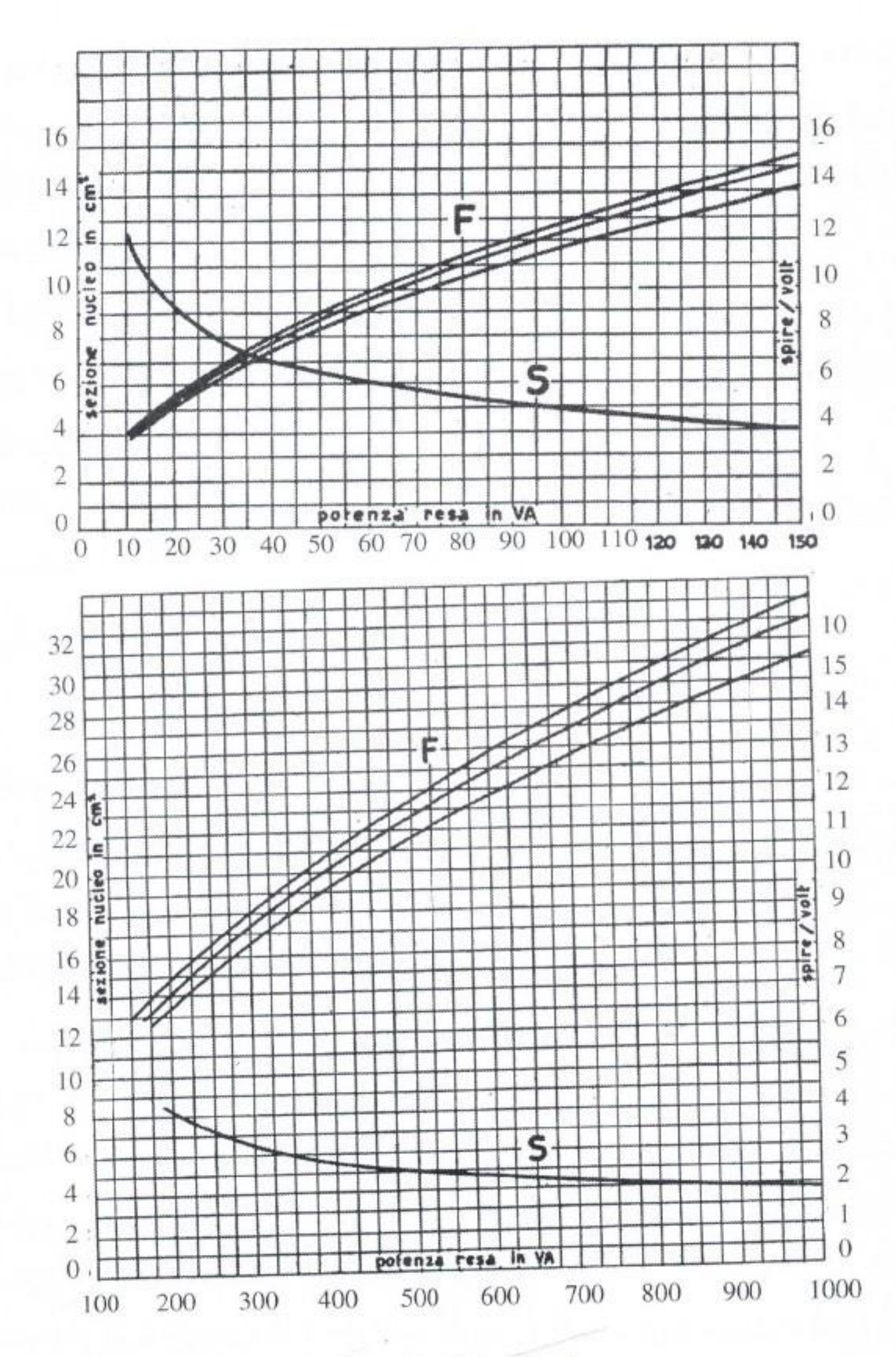
الخط الرأسى شمـال يمثل مسـاحـة القلب الحـديدى بالسم٢ أى (العـرض × السمك)

الخط الرأسى يمين يمثل عدد لفات الفولت الواحد.

كيفية إستخدام الرسم البياني:

بواسطة الرسم البيانى صـ ٢٢٠ يمكنك إيجاد القدرة وعدد لفات الفولت الواحد إذا كنت تعلم مقدار مساحة القلب والعكس إذا كنت تعلم القدرة المطلوبة للمحول يمكنك معرفة مقدار مساحة القلب وعدد لفات الفولت أيضاً.

فمثلاً إن كنت تريد الحصول على محول بقدرة ١٥٠ف/أ بالنظر الى الرسم البيانى رقم ١ فى الخط الأفـقى الرقم ١٥٠ف/أ وهو آخـر رقم ثم أرتفع رأسـيـاً فـوق نفس النقطة حتى تقابل أول منحنى وهو المنحنى الخاص بالتردد HZ٥٠ ستجد أن نقطة التـقابل عند الرقم الرأسى شمـال ١٤ . أى أن مسـاحـة القلب الحديدى لهـذا المحول تساوى ١٤ سم وللحصول على طول ضلع القلب $\sqrt{١٤}$ = ٣,٧٤سم أى من الممكن إستخدام قلب حديدى ٣,٨×٣,٨سم تقريباً. أو أى عرض× سمك ناتجهم يساوى ١٤سم.

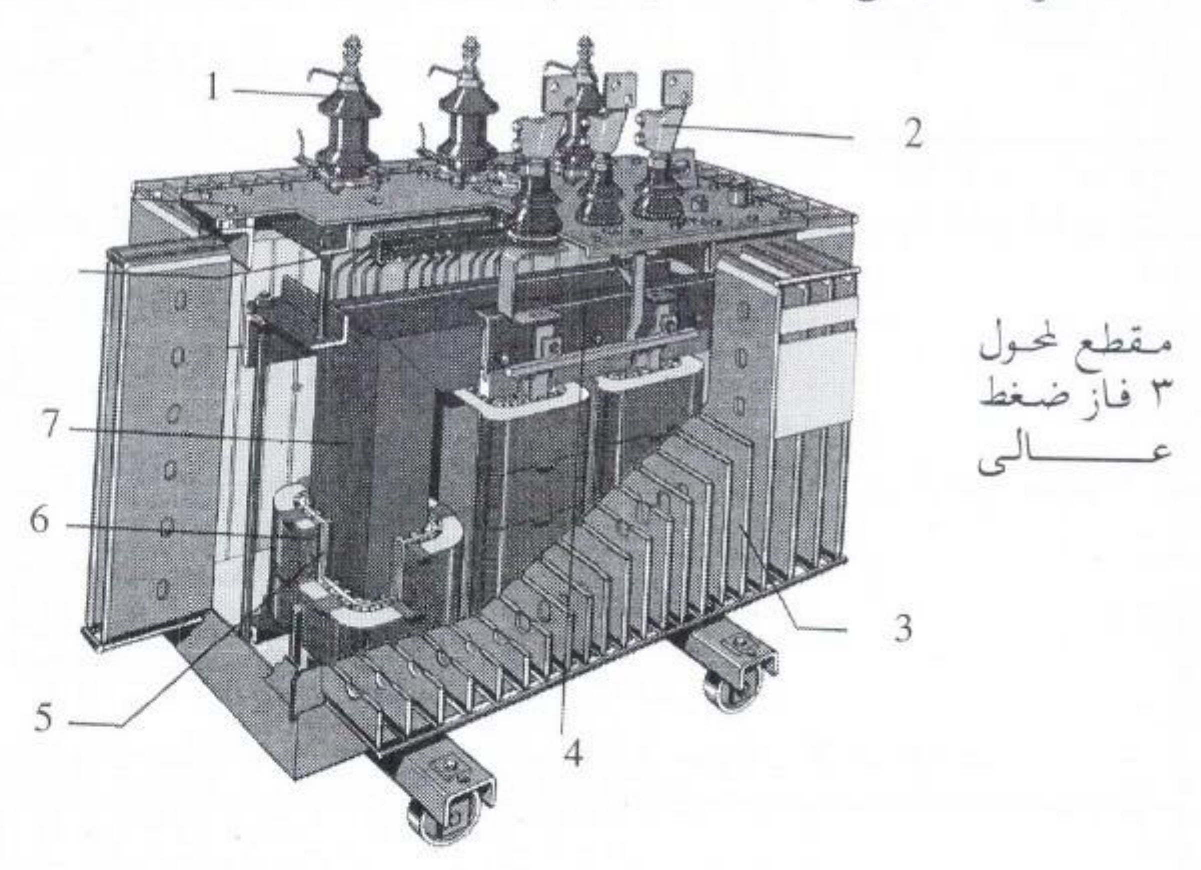


رسم بيانى لإيجاد قيمة قدرة الشرائح
أو العكس إذا كان لديك القدرة وتريد معرفة
مساحة القلب الحديدى

وبالنسبة لعدد اللفات فنقطة التقابل مع المنحنى (S) هو رقم ٤ أى أن عدد لفات الفولت الواحد يساوى ٤ لفات.

ملحوظة :

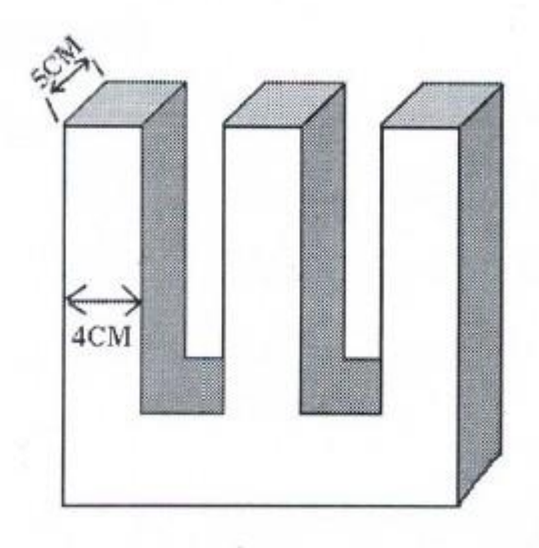
- في المحولات أقل من ١٠٠٠ ف/أ يفضل استخدام الرسم البيانى لحساب مساحة القلب إذا كان معلوم القدرة. أو إذا كان لديك مساحة القلب وتريد معرفة القدرة. أما بالنسبة لحساب عدد لفات الفولت الواحد فاستخدام القانون الخاص بحساب لفات الفولت فسيعطى نتيجة أدق من الرسم البيانى.



مقطع لمحول ٣ فاز ضغط عالى

١ – روزتة الجهد العالى
٢ – روزتة الجهد المنخفض
٣ – مجارى مليئة بالزيت للتبريد
٤ – زاوية لضغط الشرائح
٥ – ملفات (بارات) الضغط المنخفض
٦ – ملفات الضغط العال
٧ – شرائح المحول

محولات ثلاثة أوجه



شـريحـة المحـول ٣ فـاز لهـا ثلاث أضـلاع متساوية. وفوق كل ضلع ملفات مماثلة تماماً للضلعين الآخرين وبالنسبة لحساب عدد لفات الفولت الواحد يطبق نفس القانون الخاص بمحولات الواحد فاز على مساحة ضلع من الأضلاع الثلاث أى ستأخذ مقاس عرض وسمك ضلع واحد وناتج عدد لفات الفولت الواحد يضرب فى قيمة الفولت المطلوب مقسوم على $\sqrt{3}$ بالنسبة لقيم فولت الملف الإبتدائى أو لقيم فولت الملف الثانوى.

مثال :

محول ثلاث أوجه قدرته ١٢٠٠ف/أ القلب الحديدى للضلع بعرض ٤ سم وسمك ٥ سم

قيم فولت الملف الإبتدائى ٢٢٠–٣٨٠ فولت

قيم فولت الملف الثانوى ٢٤ – ٤٨ فولت

بالنسبة لحساب عدد اللفات يطبق نفس قانون محولات الوجه الواحد

عدد لفات الفولت الواحد = $\frac{١}{٤,٤٤ \times \text{تردد} \times (\text{العرض} \times \text{السمك بالمتر المربع})}$

عدد لفات الفولت الواحد = $\frac{١}{٤,٤٤ \times ٥٠ \times (٤ \text{ سم} \times ٥ \text{ سم})}$

$= \frac{١}{٢٢٢ \times (٢٠ \div ١٠٠٠٠)}$

$$= \frac{١}{(٠,٠٠٢٠) \times ٢٢٢}$$

$$= \frac{١}{٠,٤٤٤} = ٢,٢٥٢ \text{ لفة/فولت}$$

ناتج عدد لفات الفولت الواحد وهو ٢,٢٥٢ لفة/فولت لا يضرب فى قيمة الفولت مباشرةً ولكن تقسم قيمة الفولت المطلوب على $\sqrt{3}$ أولاً.

الملف الإبتدائي

٢٢٠ ÷ ١,٧٣٢ = ١٢٧ فولت × ٢,٢٥٢ = ٢٨٦,٠٠٤ لفة

٣٨٠ ÷ ١,٧٣٢ = ٢٢٠ فولت × ٢,٢٥٢ = ٤٩٥,٤٤ لفة

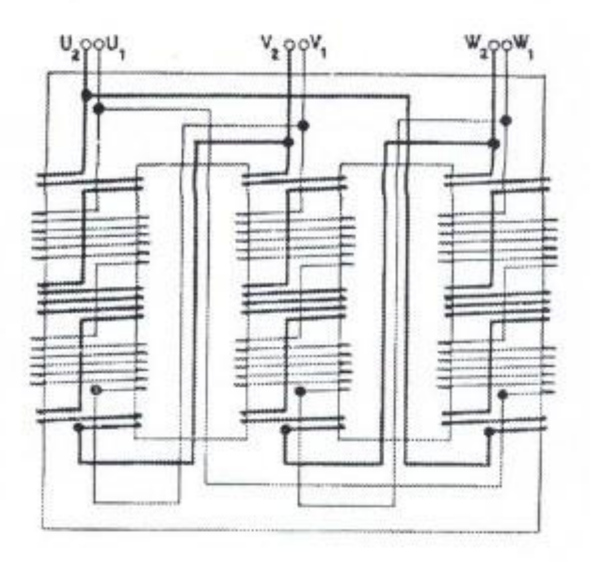
الملف الثانوي

٢٤ ÷ ١,٧٣٢ = ١٤ فولت × ٢,٢٥٢ = ٣٢ لفة تقريباً

٤٨ ÷ ١,٧٣٢ = ٢٨ فولت × ٢,٢٥٢ = ٦٣ لفة تقريبا

ويتم إعادة اللف بنفس خطوات لف المحول واحد فاز ولكن هنا سيتكرر اللف ثلاث مرات على ثلاث بكرات منفصلة كل بكرة تحمل نفس قيم الفولت للملف الإبتدائى والثانوى وعند التوصيل النهائى يجمع زيرو الملف الإبتدائى من الثلاث بكرات معاً وكذلك زيرو الملف الثانوى ويصبح المحول موصل فى هذه الحالة ستار وبالتالى تتولد قيمة الفولت الأصلية قبل قسمتها على $\sqrt{3}$.

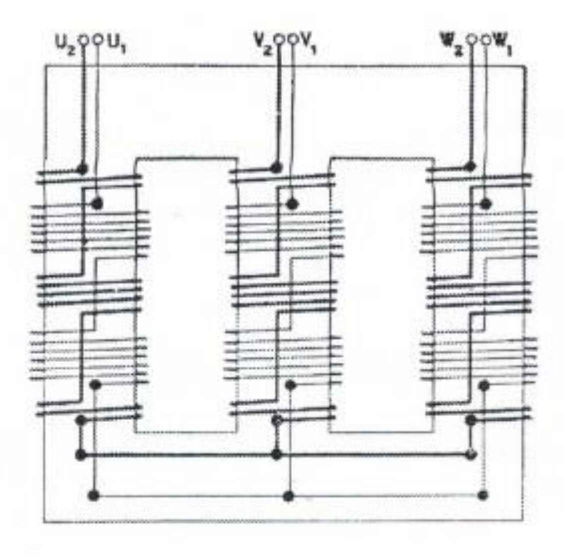
أما إذا تم توصيل المحول دلتا تتولد قيمة الفولت الأصلية بعد قسمتها على $\sqrt{3}$.
ومن الممكن توصيل الملفات الإبتدائية ستار والملفات الثانوية دلتا أو العكس. أو



توصيلة محول ΔΔ

الملف الابتدائى موصل دلتا

الملف الثانوى موصل دلتا



توصيلة محول ٣ فاز λλ

الملف الابتدائى موصل ستار

والملف الثانوى موصل ستار

توصيل الملفين على نفس التوصيلة ستار أو دلتا وذلك تبعاً للفولت المطلوب

* ففى حالة توصيل ملفات المحول ستار قيمة الفولت تكون قيمة الفولت المضروب فى عدد لفات الفولت الواحد فى $\sqrt{3}$. أى أنه إذا تم حساب عدد اللفات على أساس ٢٢٠ فولت ستعطى هذه الأطراف قيمة قدرها ٣٨٠ فولت ونقطة تجمع الزيرو من الثلاث بكرات معاً يعتبر طرف نيوترال.

*وفى حالة توصيل ملفات المحول دلتا قيمة الفولت تكون مساوية لقيمة الفولت المضروب فى عدد لفات الفولت الواحد. فإذا تم حساب عدد اللفات على أساس ٢٢٠ فولت ستعطى هذه الأطراف نفس القيمة أى ٢٢٠ فولت وذلك فى حالة توصيل المحول دلتا.

* بالنسبة لحساب قدرة المحول ثلاث أوجه تساوى قدرة ضلع (بنفس قانون قدرة المحول وجه واحد)×٣ فإذا كان مساحة الضلع تساوى ٤سم×٥سم إذا مربع المساحة = ٢٠ أى ٤٠٠ فولت أمبير للضلع الواحد × ٣ = ١٢٠٠ فولت أمبير.

بالنسبة لحساب مساحة مقطع السلك يتم حساب شدة التيار لكل قيمة فولت بالقانون.

فى حالة ثلاث أوجه $$A = \frac{W}{V \times \cos g \times \sqrt{3}}$$

ويمكن الحصول على القدرة الفعالة بالوات بالقانون

$$W = VA \times \cos g$$

وتختلف قيمة معامل القدرة من محول إلى آخر ويمكن تقدير معامل القدرة Cosg بـ 0,8 فى المتوسط وشدة التيار فى محولات الوجه الواحد بالقانون:

فى حالة الوجه الواحد $$A = \frac{W}{V.\cos g}$$

وبعد حساب شدة التيار يستعمل نفس قانون حساب مساحة مقطع السلك للمحركات:

مساحة المقطع = شدة التيار / كثافة التيار

ويمكن حساب كثافة التيار على أساس ٧ أمبير لكل واحد ملم٢ فى المتوسط

ملحوظة:

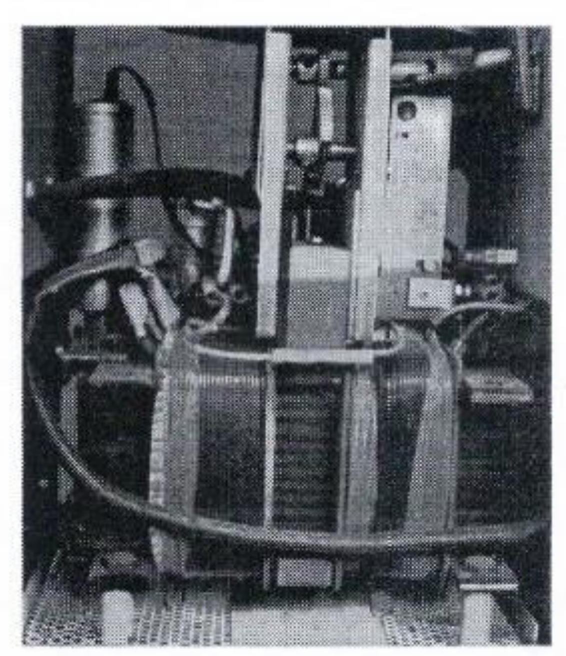
فى المحولات ذات القدرات الصغيرة يلف الملف الإبتدائى كله بنفس قطر السلك حتى إذا كان ٢٢٠/١١٠ فولت والملف الثانوى كله بقطر سلك أكبر.

أما فى المحولات ذات القدرات المتوسطة أو الكبيرة فيكون لكل فولت فى الملف الإبتدائى قطر سلك مختلف. وكذلك الملف الثانوى حيث أنه كلما أنخفض الفولت أرتفعت شدة لتيار وبالتالى يحتاج إلى قطر أكبر. بمعنى أن اللفات بين زيرو و١١٠ فولت بقطر سلك معين واللفات بين الطرف ١١٠ وحتى ٢٢٠ فولت تكون بقطر سلك أقل. لأنه فى حالة تشغيل المحول على ١١٠ فولت سيستهلك تيار ضعف القيمة التى يستهلكها عند تشغيله بـ٢٢٠ فولت وهكذا.

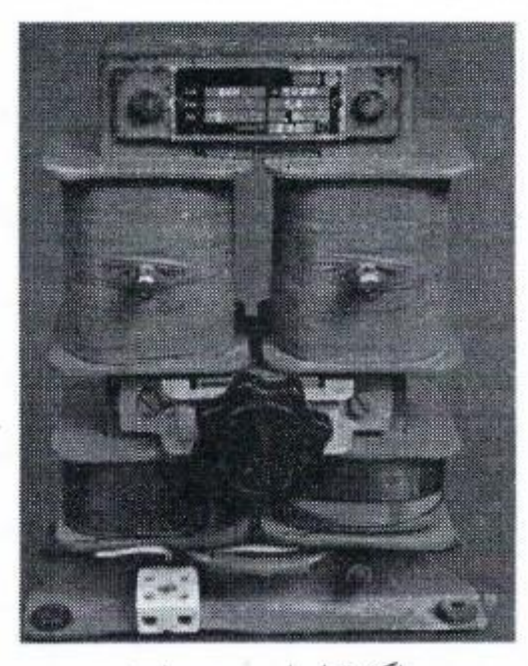
محولات لحام وجه واحد

ترنس ماكينة اللحام ترنس ١ فاز أو ٣ فاز يحتوى على فراغ (ثغرة هوائية) بين الملف الإبتدائى والملف الثانوى وداخل هذا الفراغ يتحرك قلب مكون من مجموعة شرائح تتحكم فى قيمة شدة التيار. فكلما خرج القلب أكثر زادت مساحة الثغرة الهوائية وارتفعت قيمة التيار والعكس كلما دخل القلب بين الملف الإبتدائى والثانوى يملأ جزءأكبر من الفراغ فتقل مساحة الثغرة الهوائية وتنخفض قيمة شدة التيار. وقبل البدء فى عملية اللحام يحدد شدة التيار تبعاً لنوع معدن السلك الذى سيلحم به وسمكه. وذلك بواسطة تحريك القلب الحديدى للداخل أو الخارج.

ولذلك لن تجد ترنس لحام به الملف الأبتدائى والثانوى فوق بكرة واحدة ولكن سيكون بكرة أو إثنين عليهم الملف الإبتدائى. وبكرة أو إثنين عليهم الملف الثانوى وبين الملف الإبتدائى والثانوى يتحرك القلب الحديدى.



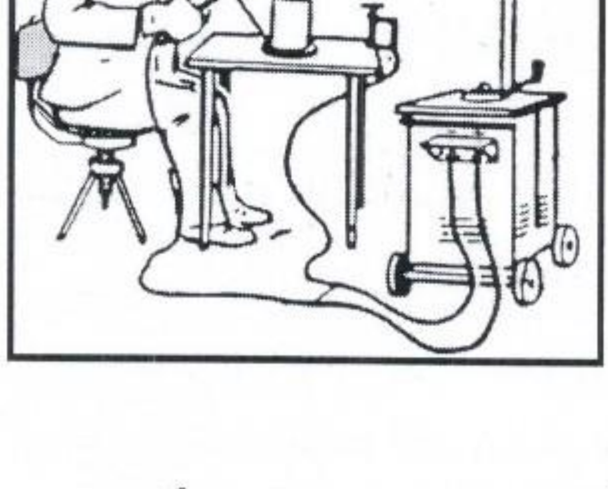
ماكينة لحام وجه و احد
حركة القلب الحديدى فوق وتحت



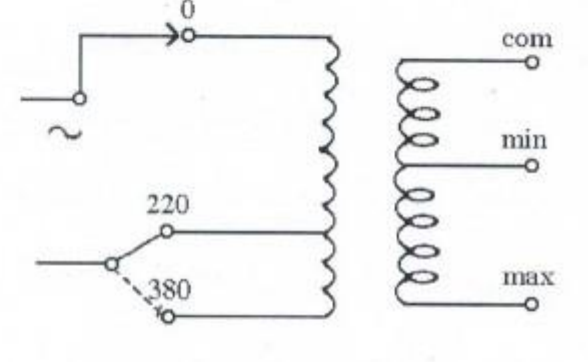
ماكينة لحام وجه و احد
حركة القلب الحديدى أمام وخلف

فكرة التشغيل :

عند توصيل مصدر تيار بالملف الابتدائى يتولد فرق جهد بين طرفى الملف الثانوى تبعاً لعدد لفاته كأى ترنس. يلامس طرف ملف ثانوى مع القطعة المراد لحامها. ويقال على هذا الطرف أرضى. أما الطرف الثانى للملف الثانوى يربط فى بنسة خاصة يضع فيها سلك اللحام بالمعدن والسمك المراد اللحام به.



وعندما يلامس سلك اللحام القطعة المراد لحامها والمتصلة بالطرف الأول للملف الثانونى يحدث شورت بين طرفى الملف الثانوى حيث أن المقاومة الآن بين الطرفين هى مقاومة القطعة المراد لحامها وسلك اللحام بالطبع تكون مقاومة ضعيفة جداً تقترب من الصفر وبالتالى تتولد شدة تيار مرتفعة. تؤدى إلى انصهار سلك اللحام.



وفى بعض ترنسات لحام وجه واحد يخرج من الملف الابتدائى ثلاث أطراف طرف رئيسى0 وطرف ٢٢٠ فولت وآخر ٣٨٠ فولت بحيث يمكن تشغيل المحول على طرفى بريزة عادية فاز+نيوترال (مع التأكد أنها تتحمل شدة التيار الذى تستهلكه ماكينة اللحام) أو إذا كان لديه مصدر تيار ٣ فاز يغير وضع المفتاح على ٣٨٠ فولت ويصل طرفى الملف الابتدائى بأى فازتين من الثلاث فازات.

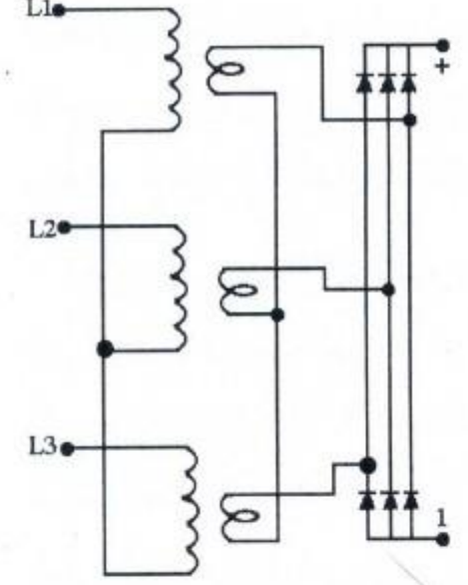
وفى هذه الحالة يسحب الترنس شدة تيار أقل. ولذلك ستجد أن الملف الابتدائى من بداية الصفر إلى ٢٢٠ فولت بسمك سلك معين. واللفات الباقية من ٢٢٠ إلى ٣٨٠ فولت بسمك سلك أقل.

وعادةً عند تغيير وضع المفتاح من ٢٢٠ إلى ٣٨٠ أو العكس يجب فك المقبض وتغيير وضع قطعة بلاستيك ثم تركيب مقبض المفتاح مرة أخرى وذلك حماية بحيث لا يمكن تغييره بسهولة بواسطة أى فرد. لأنه إذا كان المفتاح على وضع ٢٢٠ فولت ووصل الماكينة بين فازتين أى ٣٨٠ فولت سيؤدى بالطبع إلى إحتراق ملفات المحول.

أما بالنسبة لأطراف الملف الثانوى الثلاث فيوجد بين طرف COM وطرف MIN فرق جهد معين وبين الطرف COM وطرف MAX فرق جهد أعلى.

وبالتالى عند توصيل كابل اللحام بين الطرفين COM و MIN سيحصل على قيمة تيار معينة. وعند توصيل كابل اللحام بين الطرفين COM و MAX سيحصل على شدة تيار أعلى.

محولات اللحام ثلاثة أوجه



عبارة عن محول ٣ فاز له ملف إبتدائى عبارة عن ثلاث ملفات فوق ثلاث بكرات منفصلة توصل ستار أو دلتا تبعاً لقيمة الفولت الذى سيعمل به المحول.

والملف الثانوى كذلك ملفوف فوق ثلاث بكرات منفصلة وموصل ستار أو دلتا. وبين الملفات الإبتدائية والملفات الثانوية يوجد القلب الحديدى الذى يتحرك بينهما للتحكم فى رفع أو خفض شدة التيار.

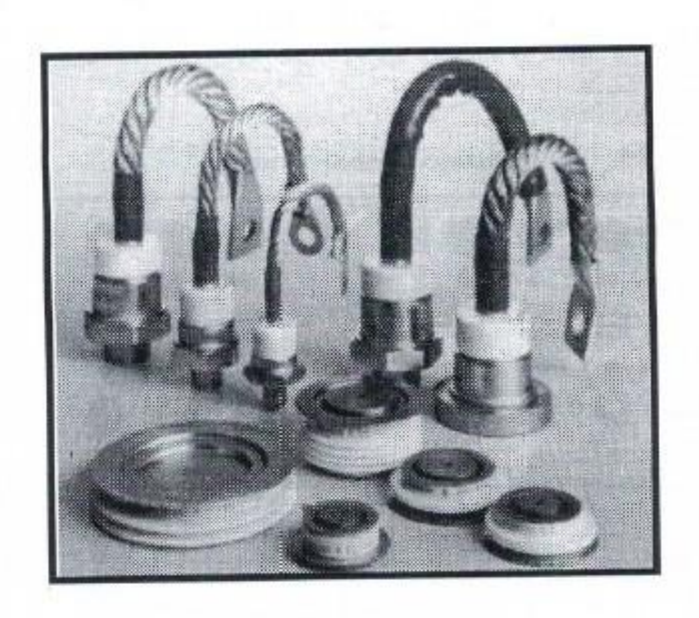
وجميع محولات اللحام التى تعمل على ٣ فاز تتصل ثلاث أطراف الملف الثانوى بدائرة توحيد ثم يخرج من دائرة التوحيد طرف موجب وآخر سالب يتصلوا بكابل اللحام.

وتركب الموحدات على شرائح ألومنيوم لتوزيع الحرارة على مساحة أكبر ويجب أن تستعمل موحدات تتحمل شدة تيار عالية وهى شدة التيار التى تتولد فى الملف الثانوى

عند عملية اللحام وتصل إلى ٣٠٠ أمبير فى ماكينات اللحام متوسطة القدرة ولذلك من الممكن توصيل عدة موحدات على التوازى ويعتبرهم موحد واحد.

ملاحظات :

- ❑ يجب أن يكون بماكينة اللحام وسيلة تبريد تعمل على خفض حرارة ملفات المحول ودائرة التوحيد (بإستثناء ماكينات قدرة صغيرة ولا تعمل لفترات طويلة) وإذا حدث وتعطلت وسيلة التبريد ولم يكن بالمحول وسيلة حماية سيؤدى هذا إلى احتراق الملفات أو دائرة التوحيد.
- ❑ فى محولات اللحام ٣ فاز فى حالة فصل فاز سيؤدى إلى ضعف اللحام بدرجة كبيرة ونفس الشئ إذا حدث تلف لبعض الموحدات الموجودة بدائرة التوحيد.
- ❑ بعض محولات اللحام ١ فاز يستخدم التيار المتردد للملف الثانوى مباشرة فى عملية اللحام وبعض محولات تتصل أولاً بدائرة توحيد ويستخدم للحام تيار مستمر وذلك أفضل خاصاً عند اللحام بمعادن أخرى غير الحديد.
- ❑ أى ترنس لحام له قدرة معينة كلما زادت هذه القدرة أمكن اللحام بقطر سلك أكبر ومعنى ذلك أن الملف الثانوى يجب أن يكون ملفوف بمساحة مقطع أكبر من السلك الذى ستستخدمة فى عملية اللحام.
- ❑ قيمة الفولت المتولدة بالملف الثانوى تزداد كلما أرتفعت قدرة ماكينة اللحام ولكنها لا تتعدى ١٠٠ فولت تقريباً فى القدرات العالية.
- ❑ كلما خرج القلب الحديدى أكثر زادت مساحة الثغرة الهوائية بين الملف الإبتدائى والملف الثانوى وزادت شدة التيار المستخدمة فى عملية اللحام
- ❑ من الممكن إستخدام ماكينة لحام قدرة صغيرة فى لحام التوصيلات الداخلية للمحرك. وكابل اللحام فى هذه الحالة طرف منه يركب به بنسة فم تمساح تمسك مكان اللحام المراد والطرف الثانى يربط فى ذراع به قطعة شربون تلامس طرف الوصلة المراد لحامها فينصهر السلكان معاً.





بعض أنواع لموحدات (DAIODS) أمبير عالى

كل موحد له طرف موجب والثانى سالب ويراعى ذلك جيداً عند توصيله. وعادةً يكون رأس السهم المرسوم عليه هو طرف الموجب . ومن الممكن تحديد طرفيه بواسطة الأومتر.

فضع طرفيه على طرفى الموحد ثم بدل طرفى الأومتر فإذا كان الموحد سليم يجب أن يعطى قراءة فى جهة واحدة فقط وعند تغيير طرفى الأومتر لا يعطى قراءة. والجهة التى أعطى الموحد فيها قراءة هى الجهة الصحيحة أى أنك وضعت طرفى موجب الأومتر على طرف موجب الموحد والطرف السالب على السالب.

- توجد بعض ماكينات لحام عبارة عن مولد تيار مستمر يديره محرك ٣ فاز أو يدور بواسطة محرك ديزيل ويلحم بطرفى الموجب والسالب للمولد.



مولد لحام

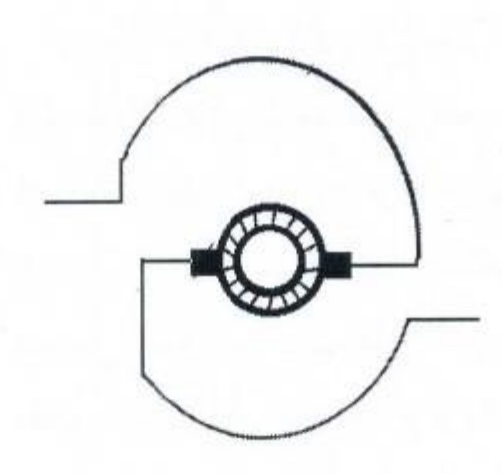
المحركات التنافرية

يشبه المحرك التنافرى الى حد كبير محرك التوالى فى التيار المستمر. ويتميز بأن له عزم دوران عالى برغم صغر حجمه ولذلك فأكثر استخداماته فى الأجهزة التى يحتاج فيها الى خفة الوزن وصغر الحجم مع الإحتفاظ بقيمة قدرة مرتفعة فمثلاً فى الشنيور اليدوى - صاروخ القطعية - الخلاط - مضرب البيض - المكنسة الكهربائية وغيرها. وتعمل هذه المحركات على التيار المتردد ويمكن تشغيلها أيضاً بتيار مستمر ولذلك يطلق عليها المحرك العام أو يونيفرسال ويتكون الجسم الثابت فيها من ملفين فقط يمثلوا أقطاب المحرك أى أن هذه المحركات فى العادة ٢ قطب أما العضو المتحرك به عدة ملفات تتصل أطرافها على لامات الموحد (الكولكتور) بخطوة لحام معينة. وعن طريق الشربون تتصل هذه الملفات بالتوالى مع ملفى الجسم الثابت وعند مرور التيار يتولد مجال مغناطيس من ملفى الجسم الثابت وأيضا مجال من ملفات العضو المتحرك ويكون توصيلها بطريقة تجعل قطب الملف الملامس للشربون مشابه لقطب ملف الجسم الثابت الموضوع فى مواجهته فيحدث تنافر فيتحرك العضو المتحرك ليلامس الشربون ملف آخر فيحدث نفس التنافر وهكذا يأخذ العضو المتحرك دفعة جديدة عند تلامس الشربون لكل ملف جديد ولذلك يكون لهذا المحرك عزم دوران مرتفع.



مكونات المحرك التنافرى

خطوات إعادة لف محرك تنافرى



بالنسبة للجسم الثابت يفضل تحديد مكان الطرفين المتصلين بالتيار والطرفين المتصلين بالشربون قبل الفك كى لا يتغير اتجاه الدوران بعد اللف.

وبعدها يقاس قطر السلك وأثناء فك الملفين تأكد من عدد اللفات ويلف الملفين كل ملف منفصل عن الآخر على فرمة قدر المستطاع يكون مقاسها مناسب بنفس قطر السلك وعدد اللفات وبالطبع يوضع عازل قبل وضع الملفات وبعد تسقيطها تأكد أنه يوجد متسع كافى لدخول البوبينة دون لمس الملفات ويفضل ربط الملفين مع الجسم جيد بواسطة شريحة معدنية تمسك الجسم من الخارج وتلف بدايتها ونهايتها حول الملف فى الوسط من الجهتين وبالطبع يعزل جيداً الجزء الذى سيلف عليه الشريحة المعدنية.

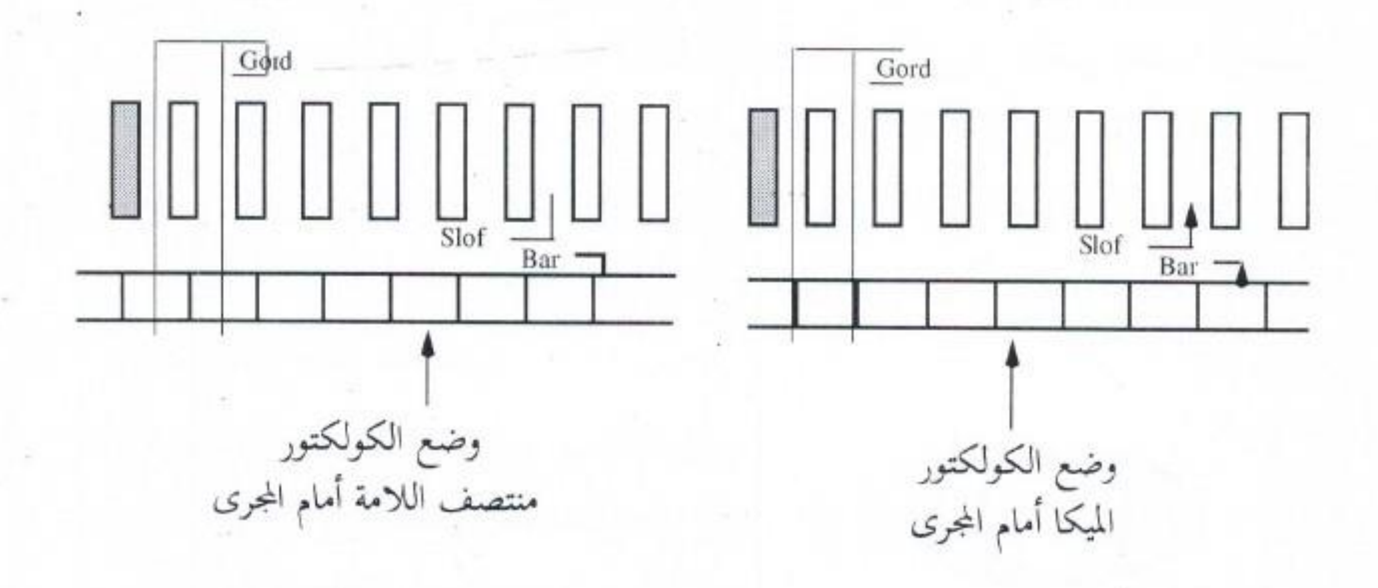
أما بالنسبة للف العضو المتحرك أو كما هو معروف البوبينة وهذا الأهم. هناك عدة بيانات يجب معرفتها قبل أو أثناء تفوير الملفات:

١ – خطوة لف الملف وعادةً تكون نصف عدد المجارى فإذا كان عدد مجارى البوبينة ١٢ فستكون خطوة الملفات ١ : ٦ وفى بعض بوبينات قليلة يكون عدد المجارى فردى وفى هذه الحالة تكون الخطوة بزيادة الكسر الى واحد صحيح فمثلاً إذا كان عدد المجارى ١٩ تكون الخطوة ١٩÷٢=٩,٥ يزاد إلى ١٠ فتكون الخطوة فى هذه الحالة ١ :١٠ وقليلا يحذف الكسر وتكون الخطوة ١ : ٩

٢ – عدد مجارى العضو المتحرك. وعدد لامات الكولكتور. فمن الممكن أن يكون عددهم متساوى أو عدد اللامات ضعف أو ضعفين أو ثلاث أضعاف عدد مجارى العضو المتحرك . فإذا كان عدد اللامات يساوى عدد المجارى يلف الملف بكامل

عددلفاته ثم يلحم طرفه فى اللامة المحددة له. ثم ينتقل إلى مجرى آخرى بملف آخر. أما فى حالة إذا كان عدد اللامات ضعف عدد المجارى فهو يلف نصف عدد اللفات فقط ويلحم الطرف فى اللامة المحددة ثم يعود إلى نفس المجرى ويكمل نصف عدد اللفات الثانى فوق نفس الملف فى نفس المجرى وبعدها ينتقل إلى ملف آخر فى مجرى آخرى. كذلك فى حالة إذا كان عدد اللامات ثلاث أضعاف المجارى فهو يقسم عدد لفات الملف على ٣ يلف ثلث عدد اللفات ويلحم طرفه ثم يكمل فى نفس المجرى الثلث الثانى ويلحم فى اللامة الثانية ثم الثلث الأخير فوق نفس الملف ويلحم فى لامة أخرى وبعدها ينتقل إلى مجرى ثانية ويكمل بنفس الطريقة.

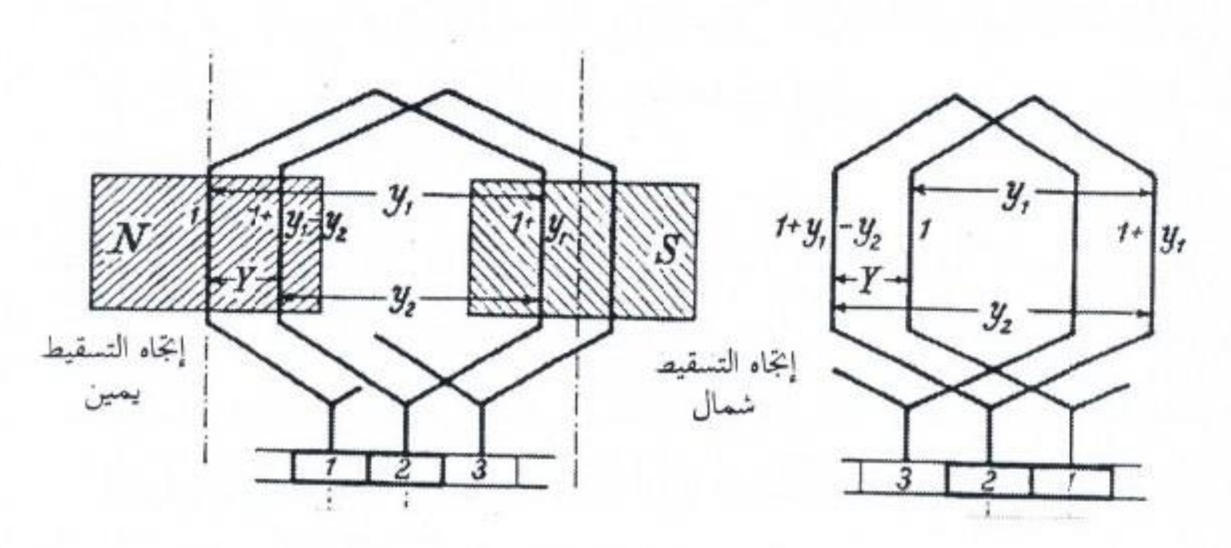
٣- وضع الكولكتور إذا كان منتصف اللامة أمام المجرى أو إذا كانت الميكا هى التى أمام المجرى ويتم ذلك بوضع أى شئ مستقيم فى أى مجرى وتلاحظ أمتداده ناحية اللامات إذ كان مطابق لمنتصف اللامة أو للميكا. وذلك ليمكنك إسترجاع الكولوكتور مكانه فى حالة تغييره أو إذا تحرك أثناءفك الملفات وإذا حدث ذلك يجب تثبيت الكولكتور بمادة لاصقة قوية



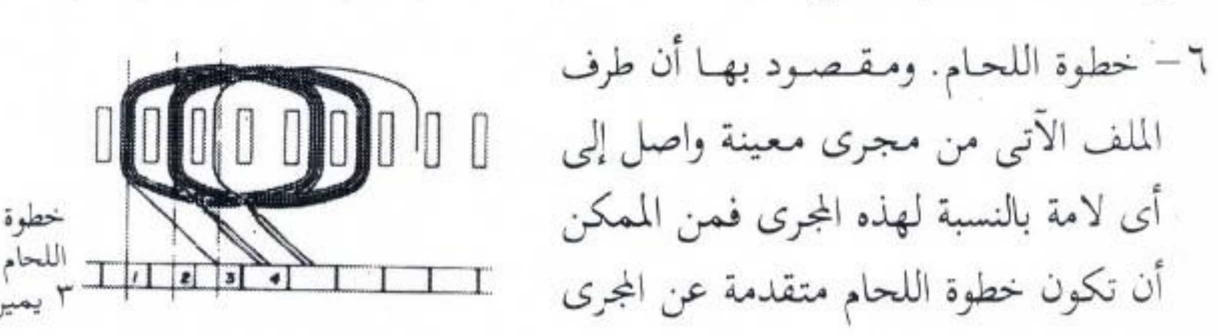
وضع الكولكتور
منتصف اللامة أمام المجرى

وضع الكولكتور
الميكا أمام المجرى

٤- إتجاه تسقيط الملفات. يمين أو شمال بمعنى أنه بعد الإنتهاء من لف الملف الأول ولحام أطرافه. عند الانتقال للملف الثانى يتقدم فى المجرى التى أمام الملف الأول أى ينتقل بالملفات جهة اليمين أو أنه يبدأ الملف الثانى شمال الملف الأول. ويمكن التعرف على ذلك بالنظر إلى الملف الأخير. إذا كان الملف الساقط قبله متقدم عنه أى يمينه فيعنى هذا أن إتجاه تسقيط الملفات شمال وإذا كان الملف الذى قبله ساقط شمال الملف الأخير فيعنى أن اتجاه تسقيط الملفات يمين.



٥- إتجـاه لف الملف. توجـد بعض بوبينات قليلة يكون لف الملف فى عكس اتجـاه عقارب الساعة ويقال على هذه الحالة أن لف الملف كروس ولكن النسبة العظمى يلف الملف فى الاتجاه العادى أى اتجاه عقارب الساعة. ويلاحظ هذا عند فك أى ملف اللفات الأخيرة منه فإذا وجدت نفسك تفك اللفات جهة اليسار فمعنى ذلك أن اللف كان فى إتجاه اليمين وإذا كان فك اللفات جهة اليمين فمعنى ذلك أن إتجاه لف الملف بالعكس.

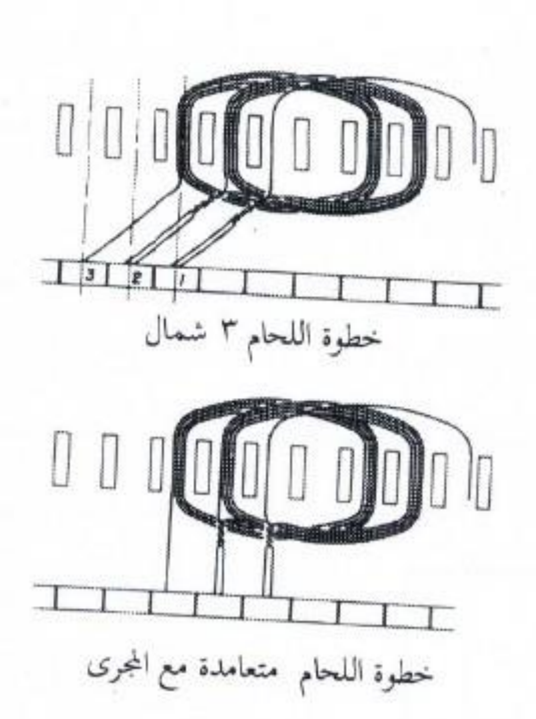


٦- خطوة اللحام. ومقـصـود بهـا أن طرف الملف الآتى من مجرى معينة واصل إلى أى لامة بالنسبة لهذه المجرى فمن الممكن أن تكون خطوة اللحام متقدمة عن المجرى

داخل الملف بعدة مجارى ففى الرسم السابق خطوة اللحام ١ : ٣ متقدمة داخل الملف أو يقال ٣ يمين.

أو من الممكن أن تكون خطوة اللحام متأخرة عن المجرى (التى بها طرف الملف) بعدة لامات خارج الملف ففى الرسم المقابل خطوة اللحام ١ : ٣ متأخرة خارج الملف أو يقال ٣ شمال

وفى بعض بوبينات تكون خطوة اللحام متعامدة مع المجرى كالرسم المقابل.



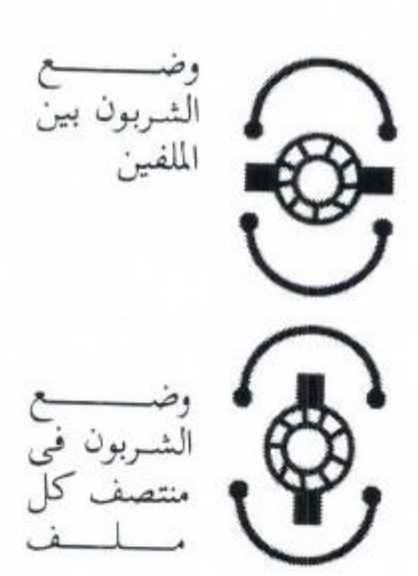
خطوة اللحام ٣ شمال

خطوة اللحام متعامدة مع المجرى

والقانون النظرى المتبع لتحديد خطوة اللحام هو:

إذا كان وضع الشربون بين ملفين الجسم الثابت تكون خطوة اللحام متعامدة على المجرى.

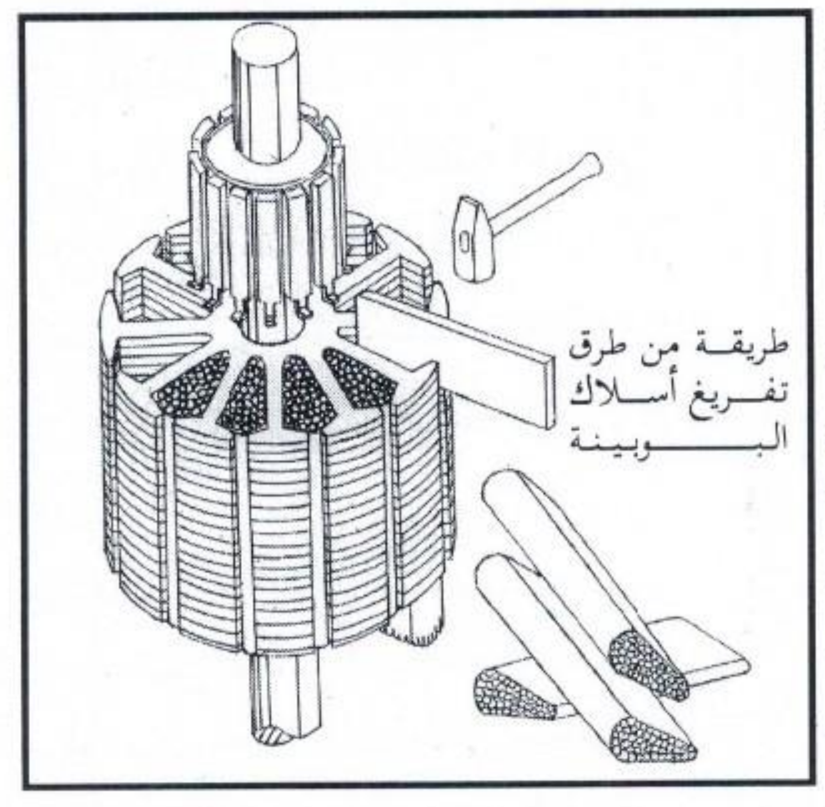
إذا كان وضع الشربون فى منتصف كل ملف من ملفى الجسم الثابت تكون خطوة اللحام نصف خطوة الملف ولكن عملياً يفضل استخراج خطوة الحام من البوبينة نفسها قبل فك أسلاكها. والتعرف على خطوة اللحام فى بعض بوبينات يكون صعب بمجرد النظر ولذلك من الممكن توصيل مصدر تيار مستمر (فى حدود ٦ فولت) على أى لامتين متجاورتين ثم مرر أى شريحة معدنية رفيقة على المجارى وستلاحظ


وضع الشربون بين الملفين

وضع الشربون فى منتصف كل ملف

أنجذاب الشريحة عن مجرتين وضع علامات بالقلم الفلوماستر على المجرتين واللامتين. ولتحديد إذا كانت اللامتين داخل الملف أو خارجه من الجهة الأخرى. **ضع أصابعك** على المجـرتين الذى تم وضع العـلامـة عليـهم وأنظر الخطوة بين نفس المجـرتين من الجهتين فستجد خطوة جهة أقل من الجهة الأخرى بمعنى إذا كان عدد المجارى ١٢ فستجد الخطوة ١ : ٦ من جهـة و ١ : ٨ إذا كان العد من الجهـة المقابلة. وبالتالى ستحدد جهة الملف وستكون بين الخطوة الأصغر وعلى أساسها يمكن معرفة إذا كان خطوة اللحام داخل الملف أو خارجه.

٧-عـــدد لفـــات الملف وعـادةً يكون جـميع الملفات بنفس العــدد وكــذلك قطر السلك

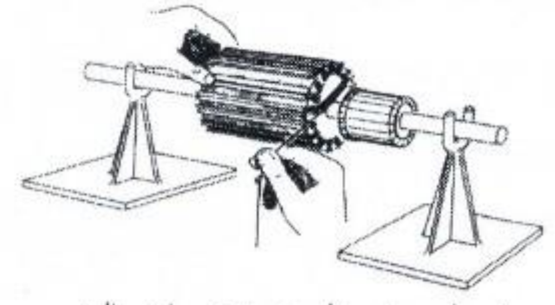


* بعـد التـأكـد من جـميـع المعلومـات السـابقـة أبدأ فى تفـريغ البـوبينة من الأسـلاك وتوجـد عـدة طرق للفك كل شـخص يفـضل طريقـه عن طريقـة أخـرى ولكن قـدر المستطاع عدم إستعمال النار وإذا كان لابد يجب إخراج الكولكتور أولاً بعد تحديد وضعه إذا كـانت اللامة أمام المجرى أو الميكا. وفى بعض البوبينات تكون شرائح الروتور معزولة عن الأكس داخلياً ويمكن معرفة ذلك بالأومتر أو مصباح اختبار فإذا لم يوجد إتصال بين شرائح الروتور والاكس لا يجب استعمال التسخين.

وأفضل طريقة لتفريغ الملفات بدون تسخين (وخاصةً إذا كانت بوبينة صاروخ أو شنيور قدرة كبيرة تكون الملفات صلبة جداً) تقطع الملفات من الجهتين بواسطة منشار

وذلك بعد أخذ جميع البيانات بإستثناء عدد اللفات وقطر السلك. وتظل فقط الملفات التى بداخل المجرى وبواسطة قطعة معدنية بسمك يمكن أن يمر داخل المجرى ويكون وضع البوبينة رأسياً والكولكتور من أعلى ووضع القطعة المعدنية أفقياً وبدايتها داخل المجرى فوق الملفات وأبدأ الدق فوق القطعة المعدنية ونتيجة لتماسك الأسلاك مع بعضها سينزل الجانبان معاً ويتكرر نفس الشئ فى باقى المجارى.

(بعض البوبينات يركب على اكسها مروحة تبريد ويجب فكها قبل عملية التفوير)
بعد تنظيف المجارى تأكــد من سلامة العزل


فى البوبينات الصغيرة تمسك باليد ولا داعى لوضعها على الحامل

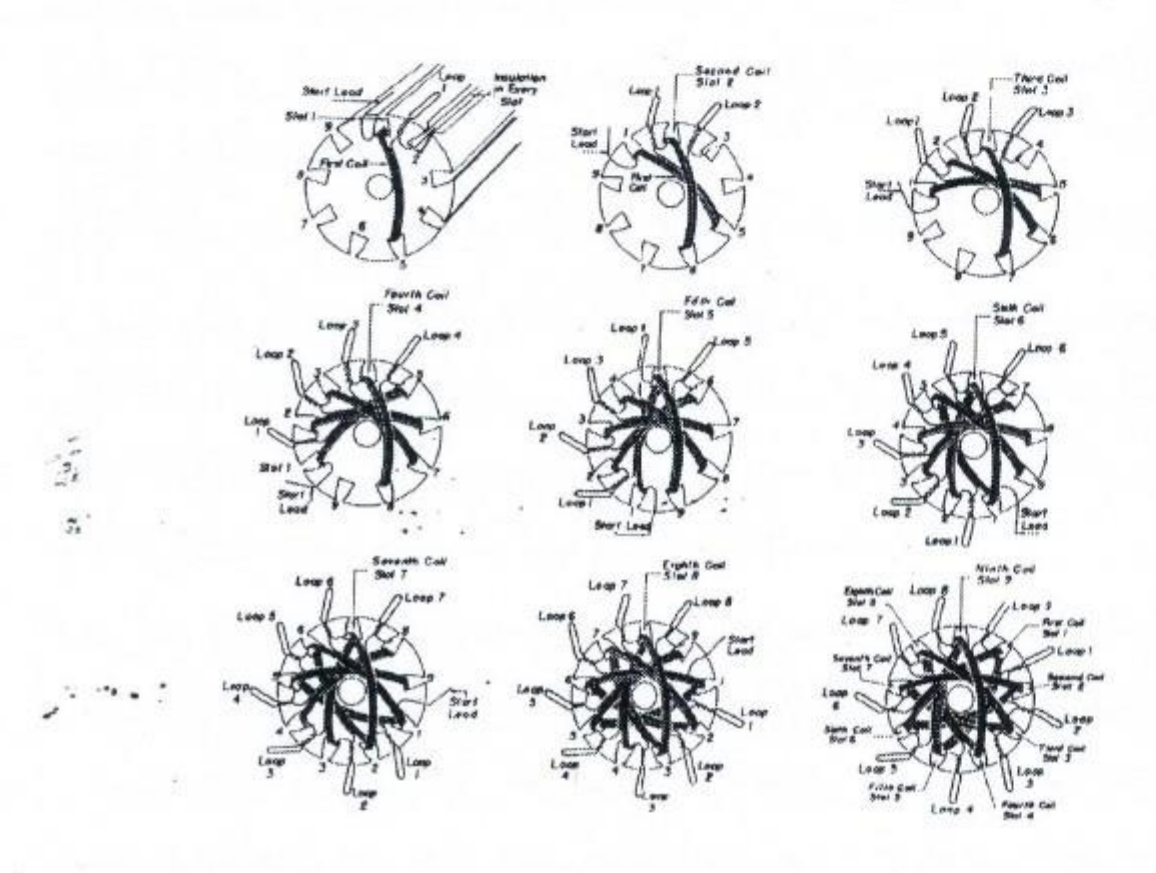
البلاستيك الموجود حول الأكس بين الكولكتور والمجارى ومن الممكن الاستعاضة عنه بأى عازل آخر فى حالة تلف العازل البلاستيك . وبعد ذلك يتم تنظيف الكولكتور بصنفرة ناعمة جداً وخاصةً أماكن لحام الأطراف. وبواسطة قطعة معدنية رقيقة يتم تنظيف الكولكتور بين لامة ولامة أخرى (عملية تفليج) مع ملاحظة ألا يجب حفر الميكا أكثر من اللازم.

وبعد ذلك تأكد من صلاحة الكولكتور بواسطة لمبة أختبار فلا يجب وجود أتصال بين لامة ولامة أخرى أو إتصال بين أى لامة وأكس البوبينة فوجود أى إتصال يعنى تلف الكولكتور ومن الممكن تغييره بآخر إن وجد ويتم فكه مثل فك رولمان البلى بواسطة زرجينة صغيرة وعند التركيب لا يجب الدق بعنف.

* ثم أبدء فى وضع البرسبان داخل المجارى ولزيادة سهولة اللف يركب البرسبان بحيث يكون ارتفاعه أعلى من المجرى بنصف سم أو أكثر قليلاً أما بالنسبة لطوله فى حالة وجود عازل بلاستيك على آخر شريحة من الجهتين يوضع البرسبان بحيث ينتهى مع نهاية العزل وفى حالة عدم وجو د العازل يوضع أطول من المجرى بـ٣ملم من الجهتين.

* إبدأ اللف من أى مجرى بالخطوة المطلوبة وعدد اللفات وقطر السلك كالبيانات السابق أخذها (مع ملاحظة إذا كنت قد أخذت البيانات ووضع الكولكتور الى أعلى أو أسفل) وتأكد من تحديد اللامة التى سيلحم فيها بداية الملف الأول. ثم نهاية الملف الأول وبداية الملف الثانى فى اللامة المجاورة (ولا يخرج الطرف من المجرى ويلحم مباشرةً ولكن يأخذ لفة حول الأكس المعزول). وإزالة عازل الورنيش من السلك تكون فقط فى نقطة اللحام. ويجب أن يكون مكان اللحام نظيف جداً وتترك كاوية اللحام المدة المناسبة كى تكتسب اللامة درجة حرارة تصهر القصدير ولا ينزل القصدير فوق اللامة باردة. (فى البوبينات الصغيرة كل لامة لها ضلع صغير يلف الطرف تحته ثم يضغط عليه)

وبعد الإنتهاء من لف جميع الملفات سيلحم نهاية الملف الأخير مع بداية الملف الأول فى نفس اللامة



خطوات ترتيب وضع الملفات فى بوبينة ٩ مجرى / ٩ لامة بخطوة ١ : ٥ وهنا

ربط نهاية الملف الأول مع بداية الملف الثانى وبدلاً من لحام كل وصلة على حدى. أخرج نهاية ملف وبداية الملف الثانى وضعهم أمام اللامة الخاصة بهم على أساس أن عملية اللحام تتم فى النهاية لجميع الأطراف معاً.

ملاحظات:

- عند لف الملفات يجب شد السلك قدر المستطاع بحيث تكون الملفات متماسكة معاً ولا تأخذ إرتفاع أو سمك أكثر من اللازم.
- فى بعض البوبينات يوجد تآكل صناعى فى بعض الأجزاء وذلك لعمل أتزان وتكون أجزاء البوبينة كلها ثقل واحد ويتم عمل هذا الإتزان بعد الإنتهاء من اللف. ويفضل فى مثل هذه البوبينات وضع علامة على المجرى التى أسقط فيها أول ملف وذلك أثناء أستخراج بيانات البوبينة. فإذا فعلت هذا سيكون إتزان البوبينة فى النهاية كما هو. أما إذا بدأت من أى مجرى فالملفات غير متساوية فى الحجم. (الملفات الأولى أقل حجماً من الملفات التى تعلوها). أى وزنها ليس متساوى وبالتالى ستفقد البوبينة أتزانها ويزيد الشرار فوق الكولكتور.
- بعض المحركات التنافرية غير مصممة للتشغيل المستمر مثل بعض أنواع الخلاطات ويجب تشغيل مثل هذه الأجهزة لحظات قصيرة ثم تقف مدة معقولة ويعاد تشغيلها مرة أخرى وهكذا.
- بعض المحركات التنافرية بها مكثف صغير الحجم يقلل من الشرار فوق الكولكتور. وليس لهذا المكثف شأن فى تشغيل المحرك أو بدء دورانه.
- بعد الإنتهاء من عملية اللف يثنى البرسبان فى داخل المجرى ويفضل وضع خابور فبر أو خشب يحجز الملفات.
- توجد بعض المحركات تعمل بأكثر من سرعة والطريقة المستخدمة بكثرة هى لف مخدة بعدد لفات ويخرج طرف ثم عدد لفات آخر ويخرج الطرف الثانى. فإذا وصل التيار إلى الطرف الأول يعطى أعلى سرعة وإذا وصل الى الطرف الثانى الذى

يحتوى على عدد لفات أكبر يعطى سرعة أبطاء. وفى بعض المحركات التى تحتوى على أكثر من سرعتين يضع لفات إضافية فى المخدتين. وفى بعض محركات يتحكم فى السرعة بواسطة مقاومة متغيرة.

- بعض البوبينات مصممة لتعمل فى إتجاه واحد فإذا عكست إتجاه الدوران يحدث شرارة عالية.
- عكس إتجاه الدوران يتم بتغيير طرفى السلك المتصل بحامل الشربون يتصلوا بالتيار وطرفى التيار يتصلوا بحامل الشربون.

أو تبديل الطرفين المتصلين بمصدر التيار مكان الطرفين المتصلين بلحام الشربون.

كيفية إختبار ملفات الجسم الثابت والبوبينة:

* فى بعض الحالات يمكن تحديد الجزء التالف أو المحترق بسهولة مجرد النظر. ولكن أحيان كثيرة تظهر مخدات الجسم الثابت أو البوبينة وكأنها صالحة ولكن عند توصيلها بالتيار لا تعمل أو تعمل بنفس ظواهر الملفات المحترقة وسنتعرف على ما إذا كانت البوبينة تعمل بغير حالتها الطبيعية بسبب إحتراقها أو المخدات. أو بسبب أجزاء أخرى كالشربون أو الجلب.. وذلك عند شرح الأعطال. ولتحديد ما إذا كان الجزء التالف هو المخدات أو البوبينة يمكن لمس كل منهما بعد تشغيل المحرك فترة قصيرة. والجزء الذى تكون حرارته مرتفعة أكثر يعتبر هو الجزء التالف من جهة المبدأ.

ولكن للتأكد يجب الأختبار بالطرق الآتية:

- **أولاً بالنسبة لأختبار المخدات.** يمكن قياسها بواسطة أومتر على وضع أقل تدريج كل مخدة على حدى. فإذا أعطت قيمة مقاومة لمخدة أقل من الأخرى كانت المخدة ذات القيمة الأقل تالفة.

ومن الممكن أيضاً توصيل كل مخدة على حدى بمصدر تيار مستمر فى حدود ٦ فولت أو أكثر قليلاً مع قياس شدة تيار كل مخدة. والمخدة التى تسحب شدة تيار أعلى تكون هى المخدة التالفة.

ثانياً: بالنسبة لأختبار البوبينة:

يوجد جهاز خاص بأختبار البوبينة يعرف بإسم (جرولر) وهذا الجهاز مكون من مجموعة شرائح كالمستخدمة فى المحولات ولكن تأخذ شكل V . من أعلى بحيث يمكن وضع البوبينة داخلها. وحول هذه الشرائح من أسفل ملف يتصل بمصدر التيار. فيتولد مجال مغناطيسى وحيث أن ملفات البوبينة موضوعة داخل هذا المجال فيتولد فيها تيار ومن المفروض أن بين كل لامة واللامة المجاورة لها ملف عدد لفاته مساوى للفات الملفات الأخرى وبالتالى عند قياس التيار بين كل لامة واللامة المجاورة لها يجب أن تعطى قيمة متساوية فى حالة إذا كانت الملفات صالحة أما فى حالة إذا كان يوجد قصر أو انخفاض فى قيمة عزل ملف فسيعطى شدة تيار أعلى. وتعتبر البوبينة تالفة. وهذه أفضل طريقة لأختبار البوبينة.

ومن الممكن وبإستخدام نفس الجرولر بدلاً من قياس التيار أمرر شريحة معدنية رقيقة طولياً فوق كل مجرى. والمجرى التى تشعر أنها تجذب الشريحة بشدة أكثر يعنى أن الملف الذى بداخلها به قصر.



جرولر يحتوى على أميتر — جرولر بدون أميتر

وإذا كان لا يتوفر لديك الجرولر من الممكن توصيل مصدر تيار مستمر في حدود ٦ فولت بين كل لامة واللامة المجاورة لها مع قياس شدة التيار ونفس الشئ إذا أعطى بين لامتين قيمة تيار أعلى من اللامات الأخرى يعني وجود قصر بين الملف المتصل بتلك اللامتين.

ملحوظة:

إذا حدث تلف بمخدات الجسم الثابت وأستمر المحرك في التشغيل فسيؤثر على ملفات البوبينة والعكس إذا حدث تلف في بعض ملفات البوبينة واستمر المحرك في التشغيل فسيؤثر على مخدات الجسم الثابت. لأن كل منهما متصل مع الآخر بالتوالي.

الأعطال الرئيسية للمحركات التنافرية

١ – المحرك لا يحدث صوتاً ولا يبدأ دورانه:

* التأكد من وصول التيار على طرفى المحرك. إذا كان لا يصل تيار تأكد من صلاحية الفيشة وأطرافها ومن مفتاح التشغيل (بعض أنواع خلاطات أو كابة تعمل بمفتاحين معاً توالى) ثم الكشف على الفيْوز إن وجد وفى بعض الأحيان يوجد أفرلود حرارى فتأكد من صلاحيته.

أما إذا كان يصل تيار على طرفى المحرك فإحتمال وجود فصل فى أى مخدة أو الشربون غير ملامس جيد الكولكتور.

٢ – المحرك يحدث صوتاً ولا يبدأ دورانه:

* التأكد من حرية دوران الأكس ومن صلاحية الجلب.
* التأكد من عدم وجود تلامس (ماس)
* إحتراق ملفات الجسم الثابت أو البوبينة

٣– المحرك يدور بنفس قوته وسرعته ولكن يحدث شرارة.

* التأكد من ضغط السوستة على الشربون جيداً.
* التأكد من صلاحية الجلب أو رولمان البلى.
* التأكد من نظافة الكولكتور وخاصةً بين اللامات.

٤- المحرك يدور بأقل من قدرته وبشرارة مرتفعة:

* وجود ماس فى حامل الشربون أو المفات.

* وجود قصر فى ملفات الجسم الثابت أو البوبينة.

* وجود قصر بين لامات الكولكتور ويجب تنظيفها.

* عدم تلامس جيد للشربون

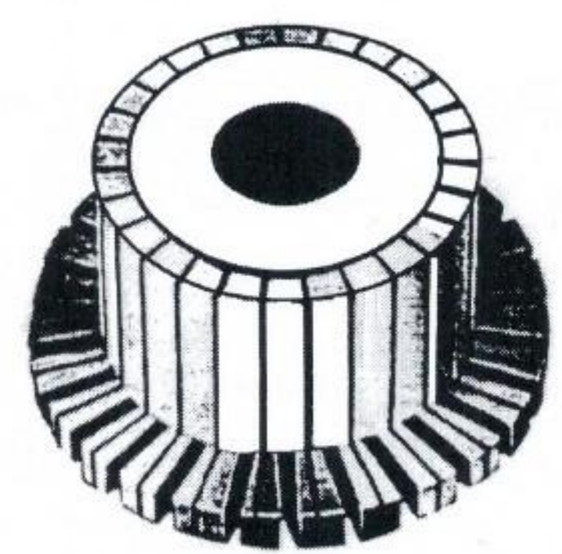
* تلف كبير فى الجلب أو البلى

* إحتراق ملفات الجسم الثابت أو البوبينة

ملحوظة:

* هذه الأعطال لمحرك كان يعمل بصورة جيدة ثم ظهرت عليه تلك الأعطال. ولكن إذا كان المحرك قد أعيد لفه فإحتمال وجود خطأفى التوصيل وارد ويؤدى ذلك الى دوران المحرك بسرعة أو قدرة أقل من الطبيعى مع ظهورة شرارة مرتفعة جداً.

* فى حالة وجود فصل فى ملف من ملفات البوبينة من الممكن عمل كوبرى بين اللامتين المتصل بهم هذا الملف بعدها يمكن للمحرك أن يعمل بكفاءة معقولة ولكن فى حالةوجود فصل فى أكثر من ملف عمل قصر على اللامات لايأتى بنتيجة فستكون الشرارة مرتفعة وتقل قدرة المحرك وسيحترق فى وقت قصير.



قبل إعادة اللف تأكد دائما أن كل لامة بالكولكتور معزولة تماماً عن اللامة المجاورة وأماكن اللحام نظيفة تماماً.

بيانات لبعض محركات تنافرية

خـــلاط فرنســــاوى لتـــر

المخـــدات ٣٥٠ لفة – ٣ ديزيم

البوبينة ١٢ مجرى / ١٢ لامة

عدد اللفات : ٩٠ — قطر السلـك : ٢ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦ — خطوة اللحام : ٣ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

خـــلاط فرنســــاوى كبة

المخـــدات ٣٠٠ لفة – ٤,٥ ديزيم

البوبينة ١٩ مجرى / ١٩ لامة

عدد اللفات : ٤٠ لفة — قطر السلـك : ٣,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٩ — خطوة اللحام : ٦ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

خـــلاط إيطالى مسلوب باتشوب

المخـــدات ٤٢٠ لفة – ٢,٥ ديزيم

البوبينة ٨ مجرى / ٨ لامة

عدد اللفات : ٢٠٠ لفة — قطر السلـك : ١,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٤ — خطوة اللحام : ٣ شمال

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

خـــلاط براون 4 250 KB1

المخــدات ٢١٠ لفة – ٥ ديزيم

البوبينة ٢٢ مجرى / ٢٢ لامة

عدد اللفات : ٤٣ لفة قطر السلـك : ٣ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ١٠ خطوة اللحام : ٢ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

ملحوظة : السرعات عن طريق مقاومات

خـــلاط براون ٤٠٠ وات ٣ سرعات

المخــدات ١٨٠ + ١٥٠ لفة – ٤ ديزيم

البوبينة ١٢ مجرى / ٢٤ لامة

عدد اللفات : ٣٦+٣٦ لفة قطر السلـك : ٣ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦ خطوة اللحام : امام المجرى

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

خـــلاط أسبانى KG 3MU

المخــدات ٥٠٠ لفة – ٢,٥ ديزيم

البوبينة ١٢ مجرى / ١٢ لامة

عدد اللفات : ١٢٠ لفة قطر السلـك : ١,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦ خطوة اللحام : ٣ شمال

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

خـــلاط ناشيونال ٤ مفاتيح ٣٠٠ وات

المخـــدات ٣٧٥ لفة – ٤ ديزيم

البوبينة ١٢ مجرى / ٢٤ لامة

عدد اللفات : ٦٠+٦٠ لفة — قطر السلـك : ١,٨ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦ — خطوة اللحام : ١١ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

خـــلاط سب نيكل

المخـــدات ٤٥٠ لفة – ٢,٥ ديزيم

البوبينة ١٢ مجرى / ١٢ لامة

عدد اللفات : ١٥٠ لفة — قطر السلـك : ١,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦ — خطوة اللحام : ٣ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

خـــلاط مولينكس ٢٤٠ وات موديل 2S - 200

المخـــدات ٥٥٠ لفة – ٢ ديزيم

البوبينة ٨ مجرى / ٨ لامة

عدد اللفات : ١٥٠ لفة — قطر السلـك : ١,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٤ — خطوة اللحام : ٤ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

خـــــلاط سانيو ٢٦٠ وات موديل SM-2281

المخـــدات ٢٠٠ + ١٢٥ لفة – ٣ ديزيم

٢٥٠ + ٢٠٠ لفة

البوبينة ٢٢ مجرى / ٢٢ لامة

عدد اللفات : ٥٢ لفة قطر السلـك : ٢,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ١٠ خطوة اللحام : ٣ شمال

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

خـــــلاط توشيبا

المخـــدات ٣٠٠ لفة – ٤ ديزيم

البوبينة ٢٢ مجرى / ٢٢ لامة

عدد اللفات : ٦٥ لفة قطر السلـك : ٢,٢ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ١٠ خطوة اللحام : ٢ شمال

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

خـــــلاط فيليبس ١٤٠ وات موديل HR 2109

المخـــدات ٤٠٠ لفة – ٢ ديزيم

البوبينة ٨ مجرى / ٨ لامة

عدد اللفات : ١٥٠ لفة قطر السلـك : ١,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٤ خطوة اللحام : امام المجرى

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

مفـرمة ناشـــيونال ٣٥٠ وات

المخــدات ٣٧٥ لفة – ٣,٥ ديزيم

البوبينة ١٢مجرى / ٢٤ لامة

عدد اللفات : ٤٢+٤٢ قطر السلـك : ٣ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦ خطوة اللحام : ١ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

مفرمة مولينكس - قطر البوبينة ٣٣ ملم طول البوبينة ٢٥ ملم

المخــدات ٤٠٠ لفة – ٢,٥ ديزيم

البوبينة ١٠ مجرى / ٢٠ لامة

عدد اللفات : ٧٠+٧٠ قطر السلـك : ١,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٥ خطوة اللحام : ٣ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

مفرمة توشيبا - قطر البوبينة ٤٠ ملم طول البوبينة ٣٠ ملم

المخــدات ٤١٥ لفة – ٤,٥ ديزيم

البوبينة ١٢ مجرى / ٢٤ لامة

عدد اللفات : ٣٢+٣٢ قطر السلـك : ٣.٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦ خطوة اللحام : ٣ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

مكنسة هوفر ٧٠٠ وات

البوبينة ٢٢ مجرى / ٢٢ لامة

عدد اللفات : ٢١ لفة　　　قطر السلك : ٣ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ١٠　　　خطوة اللحام : ٢ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

ماكينة خياطة ناشيونال

المخدات ٥٠٠ لفة – ٢,٥ ديزيم

البوبينة ١٢ مجرى / ٢٤ لامة

عدد اللفات : ١٠٠+١٠٠　　　قطر السلك : ١,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦　　　خطوة اللحام : ٤ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

ماكينة خياطة قطر البوبينة ٥٩ ملم – طول البوبينة ٥٦ ملم

البوبينة ١٢ مجرى / ٢٤ لامة

عدد اللفات : ٣٥+٣٥　　　قطر السلك : ٤ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦　　　خطوة اللحام : ٢ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

شنيور بلاك أند كر ٣٥٠ وات موديل S2K13

البوبينة ١٢ مجرى / ٢٤ لامة

عدد اللفات : ٣٢+٣٢ — قطر السلك : ٢,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦ — خطوة اللحام : ٩ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

منشار ترددى بلاك أندكر

البوبينة ١٢ مجرى / ٢٤ لامة

عدد اللفات : ٣٨+٣٨ — قطر السلك : ٢,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦ — خطوة اللحام : ٤ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

شنيور فرنساوى ٤٨٠ وات المخدات ٣٠٠ لفة ٥ ,٣ ديزيم

البوبينة ١٢ مجرى / ١٢ لامة

عدد اللفات : ٩٥ لفة — قطر السلك : ٢ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦ — خطوة اللحام : ١ شمال

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

صاروخ قطعية ماكيتا ١٤٥٠ وات

البوبينة ١٢ مجرى / ٣٦ لامة

مخدات ٨٠ لفة ٩ ديزيم

عدد اللفات : ٩+٩+٩

قطر السلـك : ٥,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦

خطوة اللحام : ١ شمال

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

جلخ بوش ٤٠٠ وات موديل PWS 115

المخــدات ٢٢٥ لفة – ٣,٥ ديزيم

البوبينة ١٢ مجرى / ٢٤ لامة

عدد اللفات : ٢٧+٢٧

قطر السلـك : ٢,٨ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦

خطوة اللحام : ٦ يمين

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

جلخ توشيبا ٢.٣ أمبير موديل AGU-125 A

البوبينة ١٢ مجرى / ٢٤لامة

عدد اللفات : ٢٥+٢٥

قطر السلـك : ٣ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦

خطوة اللحام : أمام المجرى

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

شـنيـور متابـو ٦٢٠ وات مـوديل 5B620 / 25

البـوبينـة ١٢ مجرى / ٢٤ لامة

عدد اللفات : ٣٦ + ٣٦

قطر السلك : ٣,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦

خطوة اللحام : ٣ شمال

إتجاه تسقيط الملفات : يمين

شـنيـور أمـريكـى ١.٥ أمـبـير

المخدات ٧٥٠ لفة ٣ ديزيم

البـوبينـة ١٢ مجرى / ٢٤ لامة

عدد اللفات : ٥٥+٥٥

قطر السلـك : ٢,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦

خطوة اللحام : ٢ شمال

إتجاه تسقيط الملفات : شمال

صاروخ ماكيتا ٤ بوصة ٢,٤ أمبير

البوبينة ١٢ مجرى / ٢٤ لامة

المخدات ١٦٠ لفة ٣,٥ ديزيم

عدد اللفات : ٢٧ + ٢٧

قطر السلك ٢,٥ ديزيم

خطوة الملف : ١ : ٦

خطوة اللحام ٣ يمين

أتجاه تسقيط الملفات : يمين

محتويات الكتاب

الكتب التى صدرت عن معهد السالزيان الإيطالى دون بوسكو بالقاهرة

• محركات - ومولدات ومحولات التيار المتردد	وجيه جرجس
• دوائر التحكم الآلى (الجزء الأول)	وجيه جرجس
• دوائر التحكم الآلى (الجزء الثانى)	وجيه جرجس
• الغسالة فول أتوماتيك (الجزء الأول)	وجيه جرجس
• الغسالة فول أتوماتيك (الجزء الثانى)	وجيه جرجس
• الدوائر العملية للضغوط الهوائية والكهروهوائية	وجيه جرجس
• غسالة الأطباق	وجيه جرجس
• زانوسى الموديلات القديمة ١٤ ، ١٦ ، ١٨ بروجرام	وجيه جرجس
• الغسالة أكواتيك ١٤ ، ١٨ ، ٢٠ بروجرام	وجيه جرجس
• الدوائر الكهربائية للتركيبات المنزلية	نبيل رزق
• صيانة وإصلاح الأجهزة المنزلية	نبيل رزق
• أفكار التبريد والتكييف الدوائر الميكانيكية	إميل فتح الله
• أفكار التبريد والتكييف الدوائإ الكهربائية	إميل فتح الله
• أفكار التبريد والتكييف الخدمة والأعطال	إميل فتح الله



هذا الكتاب

ينفرد بالمميزات التالية

- أوضح دوائر محركات الوجه الواحد والثلاثة أوجه ،
- أبسط وأدق القوانين الخاصة بحسابات المحركات والمحولات .
- طرق توصيل محركات القدرات العالية بالتوازى الخارجى .
- أسس إعادة لف مولدات الثلاثة أوجه الحديثة .
- المبادىء الأساسية لإعادة لف المحركات التنافرية (البوبينة) .
- شرح لماكينات لحام الوجه الواحد والثلاث أوجه .
- يعتبر مرجعاً لمن يعمل فى هذا المجال . فهو يضم أهم القوانين والدوائر والجداول . كما يحتوى على بيانات لكثير من البوبينات ومحركات الغسالات وطلمبات الوجه الواحد .

وجيه جرجس